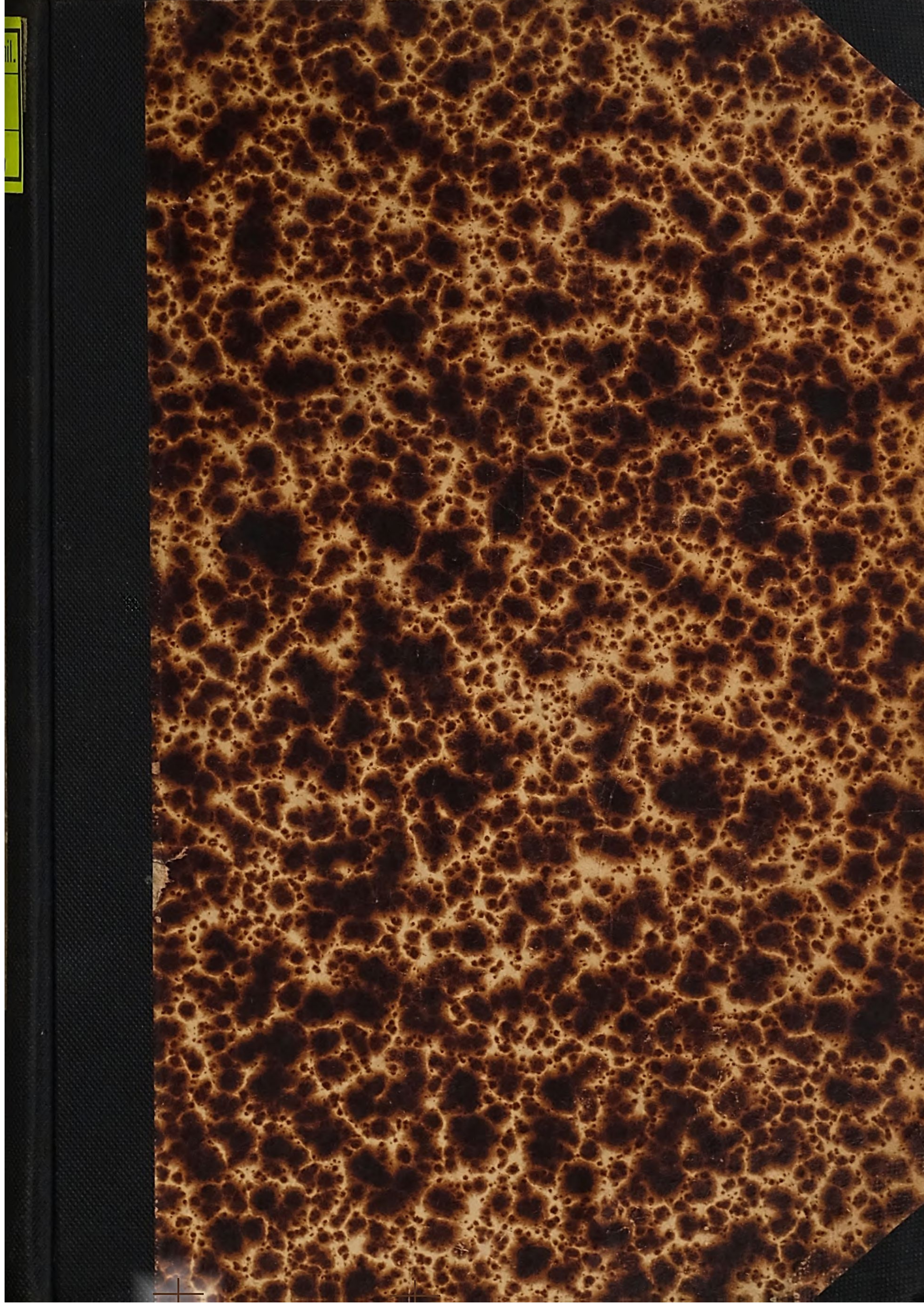




App. mil.

60⁵

(2)

Hebler

<36626392490013

S

<36626392490013

Bayer. Staatsbibliothek

Das kleinste Kaliber

oder

Das zukünftige Infanteriegewehr.

II. Band.

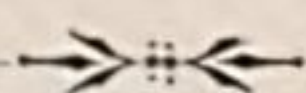
(III. Theil; Schluss des Werkes.)

Von

Professor Friedr. Wilh. Hebler,

Waffentechniker, diplom. Maschinen-Ingenieur, und gew. Artillerie-Offizier,
Erfinder des kleinsten Kalibers, des Stahlmantelgeschosses, und des zugehörigen Zugsystems.

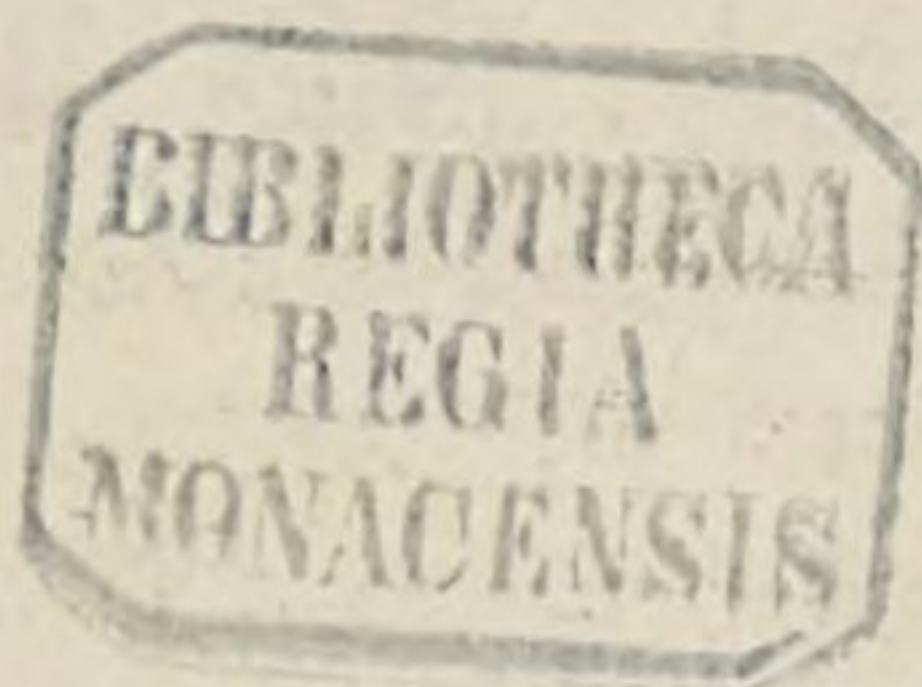
Mit 16 Tabellen und 5 Tafeln.



ZÜRICH & LEIPZIG.
ALBERT MÜLLER'S VERLAG.

1891.

Alle Rechte vorbehalten.



Druck von J. Schabelitz in Zürich.

Vorwort.

Der ausgezeichnet günstige Empfang, und die so wohlwollende Beurtheilung, welche dem I. und II. Theil meines Werkes: „Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr“ zu Theil wurde, er-muthigt mich, jetzt den III. Theil desselben erscheinen zu lassen, in welchem die weitere Entwicklung des kleinsten Kalibers, bis zur Gegenwart, den Lesern vorgeführt werden soll.

Die nun nahe bevorstehende allseitige Einführung des richtigen rauchfreien Pulvers (K. H. P.) darf wohl als Schlussstein der Kleinkaliberfrage betrachtet, und diese jetzt als ein für sich abgeschlossenes Ganzes betrachtet werden.

Es wird mich stets mit Genugthuung und Freude erfüllen, dass es meinen unausgesetzten Bemühungen und un-erhörten Opfern gelang, dieses grosse Werk nicht nur zu beginnen und einzuleiten, sondern auch siegreich durch-zuführen, und dem kleinsten Kaliber überall Eingang zu verschaffen, wodurch — in Verbindung mit den Resultaten meiner schriftlichen Arbeiten und Forschungen — eine ganz neue Epoche im Gebiete der Handfeuerwaffen, sowie in der Ballistik derselben, begründet wurde.

Ein grosser Theil der Staaten hat das kleinste Kaliber jetzt schon adoptirt, und die übrigen sind im Begriff, dem Beispiel ihrer Vorgänger zu folgen, so dass dasselbe in

wenigen Jahren ausnahmslos in sämmtlichen Staaten Europa's, sowie in den zivilisirteren Ländern der übrigen Erdtheile eingeführt sein wird.

Möge dem III. Theil meines Werkes eine ebenso günstige Beurtheilung zu Theil werden, wie sie dem I. und II. Theil geworden ist.

Da dem Verfasser, bis dahin, noch gar keine Entschädigung, irgend welcher Art, für seine grosse, mühe- und gefahrvolle Arbeit, für welche er Alles geopfert hat, zufiel, so wird ihn die gute Aufnahme des III. Theils seines Werkes für das Fehlen solch' wohlverdienter Anerkennung doch wenigstens einigermaassen schadlos halten, und seinen Glauben an das Gerechtigkeitsgefühl und an die Ehrenhaftigkeit der Menschen und Staaten nicht völlig zu Grunde gehen lassen.

ZÜRICH, im Januar 1891.

Der Verfasser.

Beurtheilungen des I. und II. Theils meines Buches.

a) In der „*Militär-Literatur-Zeitung*“ No. 12, vom Dezember 1886, Seite 382 bis 385, steht folgende Beurtheilung meines Werkes:

„Die Arbeiten des Professor Hebler auf militärischem Gebiete: Die Studien und praktischen Versuche zur Einführung eines kleineren Kalibers für die Handfeuerwaffe der Infanterie umfassen einen Zeitraum von über sieben Jahren. Sie sind in der Militärliteratur nicht unbekannt. Die verschiedensten Aufsätze brachte in den letzten Jahren die Schweizerische Allgemeine Militärzeitung über den Stand der Frage, welche in viele andere Militärzeitungen und Zeitschriften Deutschlands und des Auslandes übergingen, somit ein grosses Interesse erregten. Besonders eingehende Berichte über das Heblergewehr brachten unter andern auch die v. Löbell'schen Jahresberichte über die Fortschritte und Veränderungen im Militärwesen, in den Jahrgängen 1883 und 1885; ferner das anonym erschienene Werk: „Das Gewehr der Gegenwart und Zukunft. Hannover, Helwing“; endlich die Deutsche Heereszeitung in dem in der Uebersetzung wiedergegebenen Aufsatz des Direktors der Spanischen Schiess-Schule zu Toledo, Oberst Mariano Gallardo y Romero: „Il fusil Hebler“ u. s. w.

Das grosse Interesse, welches schon die in den Blättern der Tagesliteratur zerstreuten Aufsätze, Auszüge und kurzen Angaben allseitig fanden, wird durch die vorstehende neue literarische Arbeit von Hebler erhöht, und diese daher mit grosser Befriedigung entgegengenommen werden. Dieselbe bespricht in sachgemässer Reihenfolge und eingehender Begründung die einzelnen Punkte auf dem Wege des Fortschreitens Heblers zu seinem Ziele, um dann die Einzelheiten zusammenzufassen zum Blicke auf das Ganze.

Die verschiedenen Stadien der Versuche, welche Waffe und Munition durchmachen mussten, um zum Ziele zu gelangen, sind übersichtlich und kurz dargelegt. Der *Lauf* in seinen Konstruktionsdetails, insbesondere Zahl, Form und Drall der Züge, tritt in den fortschreitend versuchten geänderten Anordnungen, nach den gemachten Erfahrungen klar hervor. Das *Geschoss*, bezüglich der versuchten Materialien, deren Zusammensetzung und Verbindung, seine Konstruktion u. s. w. werden eingehend in den verschiedenen Versuchsstadien behandelt, und in seinen Wirkungen auf Waffe und Ziel beleuchtet. Besonders wird auch in humanitärer Beziehung die Art der Wirkung auf menschliche und thierische Körper, nach dem Gutachten verschiedener militär-medizinischer Autoritäten, besprochen, und zwar auf Grund der Versuche, welche der Leiter der berühmten Metallpatronenfabrik Karlsruhe, Ingenieur *Lorenz*, in Gegenwart verschiedener inländischer und ausländischer militärischer Fach- und Sachkenner, 1884 in Karlsruhe ausführen liess, und dann in dem prachtvollen Werke: „Compound-Geschoss Lorenz“ selbst zusammenstellte. Die *Metall-Patronen*

Hülsen wurden nach Material und Konstruktion den vielseitigsten Versuchen unterzogen. Eintheilige, aus einem Stück Metall gezogene Hülsen, wie die der gegenwärtig allgemein eingeführten Ordonnanzmunition, zweitheilige, mit getrenntem und besonders zu befestigendem Boden (wie sie für dieselbe früher aus der Fabrik Uten-dörfer in Nürnberg in Frage waren) in den mit komprimierten Ladungskörpern gefüllten Hülsen, und deren gasdichter Abschluss, werden geprüft in Konstruktion und Abmessungen. Die Art und Weise der Verbrennung des versuchten gekörnten und comprimierten *Pulvers* in den verschiedenen Hülsen wird wissenschaftlich beleuchtet, um Mittel zu finden, bei grossen, bis jetzt noch nicht erreichten Anfangsgeschwindigkeiten des Geschosses, den zu hohen Maximalgasdruck im Interesse der unbedingten Sicherheit des Auswerfens der leeren Patronenhülsen, um also das Klemmen derselben zu vermeiden, und zwar durch Aenderung der Konstruktion des Pulvers, der Anfertigung desselben in Dichte und Form. Der Einfluss der beiden Pulversorten auf Konservierung, Lagerung und Transport der fertigen Munition, sowie deren Verhalten, bezüglich der Abnutzung des Laufes, wird eingehend untersucht und gewürdigt.

In dem Nachtrage, am Schlusse des inhaltreichen Werkes konnte Professor Hebler noch berichten, dass es der Westfälischen Pulverfabrik Rönsahl (jetzige Besitzer Buchholz und Cramer, früher Heuser) gelungen ist, ein comprimiertes Pulver vom spezifischen Gewichte 1,41 herzustellen, das bei 5,4 gr. Gewicht, dem 14,6 gr. schweren Stahlmantel-Compound-Geschoss vom Kaliber 7,5 mm, eine Anfangsgeschwindigkeit von 600 m, wie sie bis dahin nicht gekannt war, bei einem solch' geringen Maximalgasdruck ertheilte, dass die Sicherheit des Auswerfens der leeren Stahlpatronenhülse unbedingt garantirt bleibt.

So liefert dieser Inhalt des einzig in seiner Art dastehenden Werkes ein interessantes fortschreitendes Bild der technischen Entwicklung der Hebler'schen Zukunftswaffe.

Das Minimalkaliber von 7,5 mm mit dem Lorenz'schen vernickelten Stahlmantel-Compoundgeschoss, für das Hebler'sche Zugsystem, mit einer comprimierten Ladung von 5,4 gr. Pulver, in vernickelten Stahlpatronenhülsen, auf ein Repetirgewehr mit Zylinder- oder Kolbenverschluss übertragen, bildet die Zukunftswaffe Hebler's.

Dem Werke sind drei Tabellen beigelegt, in welchen die Factoren der ballistischen Leistung, und die Flugbahngrössen u. s. w. des Deutschen M. 71 als Repräsentant des Kalibers von 11 mm, und der Hebler'schen Versuchswaffen von 7,5 mm Minimalkaliber, mit 4,8 gr. Kornpulver, und 5,4 gr. comprimiertem Pulver zusammengestellt sind.

Dieser hochinteressante Inhalt des Werkes gab Veranlassung, eine zum Erscheinen an anderem Orte bestimmte kurze geschichtliche Entwicklung der neuesten Infanteriebewaffnung mit Repetirgewehren, und der Zukunftsbewaffnung mit dem Minimalkaliber zusammen zu stellen, nachdem dieselbe nunmehr in dieser Richtung durch Hebler's definitive Vorschläge, wenn nicht vollständig endgültig ihren Abschluss erreicht hat, so doch diesem entschieden sehr nahegeführt ist.

Das Werk beginnt mit einer Abhandlung über den Rückstoss und die Rückstosseschwindigkeit der Feuerwaffen überhaupt. Die von Hebler aufgestellten Formeln für den Rückstoss und dessen Geschwindigkeit werden discutirt, an Beispielen erläutert, dabei festgestellt, dass der Rückstoss beim Deutschen M. 71 gleich 1,58 mkg, beim Heblergewehr nur 1,16 mkg, und die Rückstosseschwindigkeiten 2,63, resp. nur 2,39 m betragen. Es wird ferner dargelegt, wie beide mit der Abnahme des

Kalibers und Gewichtes des Geschosses ebenfalls abnehmen, und so der Uebergang zur Frage der Einführung eines kleineren Kalibers, und derjenigen der Grenze des kriegsbrauchbar noch zulässigen Minimalkalibers gefunden, deren Entwicklungsgang den Inhalt des ersten Theiles des Werkes bildet, und vorstehend kurz angedeutet wurde.

Der zweite Theil ist weniger von allgemeinstem Interesse; er ist ballistischen Inhalts, also auch in ganz richtigem Verständniss nur einem kleinen Theile von Offizieren zugänglich; denn „die Ballistik mit ihrem grossen mathematischen Apparat kann und soll nicht Gegenstand des Studiums *aller* Offiziere sein, denn sie haben keine Zeit dazu. Es genügt, wenn einige Offiziere, welche die Waffenmodelle aufzustellen haben, diese Wissenschaft verstehen, und zu handhaben wissen“; eine Ansicht des verstorbenen eidgenössischen Oberst Siegfried, die nur allgemein anerkannt werden muss.

Professor Hebler entwickelt in diesem zweiten Theile exakte Formeln für Endgeschwindigkeit, Flugzeit, u. s. w., unter theilweiser Benutzung der Integralrechnung. Er stellt ferner empirische Formeln auf: zur Herleitung der erforderlichen Rotationsgeschwindigkeit der Geschosse, behufs unumstösslicher Stabilität der Umschwungsachse, auf die ganze Länge der Bahn; zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit, des Fallraums, u. s. w., zur Feststellung der Ablenkung der Geschosse durch den Wind, u. s. w., unter steter Anwendung auf die bestehenden Ordonnanzwaffen.

Zum Schlusse werden die Formeln zur Berechnung der Schusstafel zusammengestellt, das einzuschlagende Verfahren der Berechnung erläutert, sowie die Formel zur Reduzirung der Geschossgeschwindigkeit auf 25 m vor der Mündung, auf diese selbst, also auf die wirkliche Anfangsgeschwindigkeit, entwickelt.

Das interessante, sehr reichhaltige Werk ist nicht allein den Waffentechnikern und Ballistikern eine willkommene Erscheinung, es füllt auch thatsächlich eine Lücke in der Literatur der Handfeuerwaffen aus, und kann daher andererseits auch allen Offizieren aufs Angelegentlichste empfohlen werden; es ist besonders für diejenigen Offiziere von hohem Werth, welche ein neues Gewehr in ihrer Truppe haben oder bekommen.

Die Verlagshandlung dürfte der zweiten Auflage etwas stärkeres Papier widmen, damit der sonst schöne Druck nicht durchscheint, und auch, bei weniger vorsichtigem Einbinden, Text und Figuren nicht abfärben.“

b) In der „*Allgemeinen Schweizerischen Militärzeitung*“ No. 1, vom 1. Januar 1887, sagt der berühmte Militär-Schriftsteller *Major z. D. Weygand* in einem Artikel, betitelt: „*Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr*“, Folgendes:

„Französischen Technikern gebührt das grosse Verdienst, zugleich mit der Erfindung der Langgeschosse auch die mechanischen Mittel ersonnen zu haben, diese leicht zu laden, wodurch erst die massenhafte Einführung der gezogenen Waffe ermöglicht war.

Aber der gereiften Erkenntniss deutscher Waffentechniker war der letzte Schritt zur Vollendung der gezogenen Vorderlader vorbehalten.

Allein durch das aussergewöhnlich kleine Kaliber wurden mit dem sehr langen und verhältnissmässig schweren Geschosse enorme Leistungen in der Präzision und im Fernschiessen erreicht. —“

So führt von *Plönnies* schon 1862 in seiner ersten, heute noch hoch interessanten, anonymen Schrift: „Das deutsche Wehr- und Schützenwesen, Darmstadt, Zernin 1862“, die *Kaliberfrage* in die Militär-Literatur ein. Die überaus günstige Beurtheilung, welche die Waffen des schweizerischen kleinen Kalibers in den Schriften von Plönnies erfahren, hat, trotz vieler Gegner des kleinen Kalibers, nach der Ansicht des verstorbenen Oberst *Siegfried*, die Einführung der Konstruktionen des Oberst *Wurstemberger*, des schweizerischen Infanterie-Gewehrs des *kleinen Kalibers* 10,5 mm, M. 51, für die ganze Bewaffnung der Infanterie im M. 63 wesentlich gefördert.

Das die gegenwärtige Sturm- und Drang-Periode kennzeichnende Bestreben der höchsten Ausbildung der Feuerleistung der Infanteriewaffe in dem zeitweisen Ueberschütten des Gegners mit einer Menge von Geschossen in kurzen drängenden Momenten, wurde auch wieder durch deutsche Techniker aus dem Lande des kleinen Kalibers gelöst, nach dem Vorgange des preussischen schnellfeuernden Einladersystems *Dreyse*, des Zündnadelgewehrs M. 41 und dessen weiterer technischer Ausbildung, insbesondere durch *Vetterli* in dem schweizerischen Repetirgewehr M. 69. Die allgemeine Einführung des Repetirgewehrs ist nunmehr definitiv beschlossen, insbesondere in Deutschland im M. 71. 84 bereits durchgeführt und in Oesterreich im Gange, vorerst aber noch unter Beibehalt des seitherigen Kalibers von 11 mm und der Ordonnanzmunition M. 70.

Auf's Innigste und Natürlichste verknüpft mit der *Frage der Repetirgewehre*, ist aber auch die *Kaliberfrage* als der Grundlage der in dem Magazin-gewehr angehäuften grössten Feuerbereitschaft, zeitig und dauernd erhöht mit Hülfe einer hinreichend grossen Munitionsausrüstung.

Auch dieser dritten Frage zum, wie es scheint, letzten Stadium der Entwicklung der Feuerwaffe der Infanterie, der Frage der reichlichen Ausrüstung mit Munition in erster Linie für Taschen- und Ersatz-Munition durch den Abschluss der Kaliberfrage, ist wieder ein deutscher Techniker und wieder aus dem Lande des Schiesswesens und der lebhaften Entwicklung der Handfeuerwaffen, leitend näher getreten.

Professor *Hebler* hat, unterstützt durch den heutigen Standpunkt der Technik, die die Grösse der Munitionsausrüstung bedingende, also die Basis der endgültigen Repetirgewehre bildende Bestimmung der technisch und kriegsbrauchbar noch zulässigen Grenze des Kalibers, die *Feststellung des Minimalkalibers* studirt und auch durchgeführt. Merkwürdigerweise steht diesem von Hebler eingeschlagenen Wege der Konstruktion der Waffe und Munition der Zukunft, ähnlich wie beim Uebergang zum kleinen Kaliber seiner Zeit, wenig theilnehmende Würdigung und allgemeine Unterstützung in der Schweiz zur Seite. Wesentliche Förderung seines Strebens fand Hebler aber für die Munition in den hervorragenden Leistungen der berühmten Metall-Patronenfabrik *Karlsruhe* unter der bewährten Leitung des Besitzers *Lorenz* bezüglich der Geschosse und der Patronenhülsen, sowie in den unermüdlichen Bestrebungen zur Herstellung des geeignetsten Pulvers in den Leitern der deutschen Pulverfabriken Rottweil, Rönsahl, Köln u. s. w.

Der gegenwärtige Stand und die eingeleitete zukünftige Schlussentwicklung der Handfeuerwaffe der Infanterie ist also ein hervorragendes Zeugniß deutscher Intelligenz und deutscher Leistungsfähigkeit.

Professor Hebler hat den Entwicklungsgang seiner Studien, deren verschiedene Stadien in diesen Blättern seiner Zeit mitgetheilt wurden, in dem obigen Werke zusammengestellt, das nun Gelegenheit zum Einblick gibt auf die verwickelten Pfade,

welche endlich zum Ziele führten. Dasselbe zerfällt in einen technischen und einen ballistischen Theil, von welchen der erstere natürlich der allgemein interessantere ist für die jetzige Bewegung in der Bewaffnungsfrage.

Bei der allseitig fortschreitenden Geheimhaltung der praktischen Versuche und ihrer erreichten Resultate ist es sehr interessant, den Hebler'schen Gang und Erfolg veröffentlicht zu sehen. Näher auf den Inhalt einzugehen, ist der Raum zu klein und, wie erwähnt, in den einzelnen Theilen den Lesern schon bekannt.

Das mit Erfolg gekrönte Bestreben hat Hebler zur Konstruktion eines *Zukunftsgewehres* vom Minimal-Kaliber 7,5 mm mit Stahlmantelgeschossen und komprimierten Ladungen in eintheiligen Hülsen geführt, welchem freilich militärische praktische Prüfungen, besonders im Stadium ihrer neuesten Entwicklung, noch nicht zur Seite stehen.

Jedenfalls hat Hebler aber einen gangbaren Weg zum Ziele gezeigt, der nicht beanspruchen will, unter allen Umständen der Einzige zu sein.

Das Buch findet allgemein die ungetheilteste Aufnahme und kann in der That zum Studium allseitig nur auf's Beste empfohlen werden.““

c) Im „*Militär - Wochenblatt*“ No. 9, vom 29. Januar 1887, äussert sich *Major Weygand*, am Ende eines längeren Artikels, betitelt: „*Die geschichtliche Entwicklung des neuesten Modells der Feuerwaffe der Infanterie, und der Zukunftswaffe des Minimalkalibers*“, wie folgt:

„Der frühere Artillerie-Offizier und Maschinen-Ingenieur Professor *F. W. Hebler* in Zürich hat nämlich für sich seit vielen Jahren praktische Versuche zum Studium des Minimalkalibers angestellt, deren Resultate in seinem neuen Werke: „*Das kleinste Kaliber oder das zukünftige Infanteriegewehr*“ niedergelegt sind. Die Absicht der besseren Würdigung und rascheren Orientirung in der praktischen Behandlung dieser Frage gab zu dem vorstehenden geschichtlichen Ueberblick die Veranlassung.

Das *Minimalkaliber* wird bestimmt durch technische und ballistische Bedingungen. Mit der Abnahme des Kalibers wird die Technik der Anfertigung, insbesondere das Bohren und Ziehen des Laufes, ebenso beim Gebrauche dessen Reinigung erschwert. Das leichte Geschoss des Minimalkalibers verlangt eine relativ grosse Belastung der Einheitsfläche des Querschnittes, um eine langsame Abnahme der erforderlichen bedeutenden Anfangsgeschwindigkeit zu erhalten für die Grundlage der ballistischen Einzelleistung, eine relativ flache Bahn: das Geschoss verlangt also eine bedeutende Länge. Diese langen Geschosse bedürfen aber für die entsprechende Regelmässigkeit der einzelnen Flugbahnen, d. i. also für die Präzision, eine grosse Festigkeit der Umdrehungsachse für die ganze Länge der Bahn und weiter eine grosse Sicherheit gegen die Ablenkungen durch den Wind, also: einerseits einen starken Drall, dessen technische Ausführung auch wieder seine Grenzen hat, und andererseits ein Material und eine Konstruktion des Geschosses, dass dasselbe auch den enormen Windungen ohne jede Deformation zu folgen vermag und endlich sich ebensowenig beim Einschlag in's Ziel deformirt, zu Gunsten unnöthig schwerer Verwundungen. Die grosse Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses konnte nur durch ein Pulver erzielt werden, das gleichzeitig keinen zu hohen maximalen Gasdruck

ausübt, um stets mit Sicherheit die leere Patronenhülse durch die Funktion des Verschlusses auswerfen lassen zu können, deren Material und Konstruktion dieser Forderung also entgegenkommen muss. Bei dem Pulver von zu starkem Maximal-Gasdrucke schlagen auch leicht die Zündhütchen durch, die Präzision nimmt, im Schnellfeuer besonders, durch das zu feste Ansetzen des Pulverrückstandes im zu rasch erhitzten Laufe schnell ab und ergibt nach 15 bis 20 Schuss schon abnorme Streuungen. Die langen Geschosse und starken Ladungen führen wieder zu für die Repetirgewehre sehr ungünstigen Patronen von zu grosser Länge, zum Nachtheile der Konstruktion des Verschlusses, insbesondere des sicheren Zubringens der Patronen hinter den Laufmund und der geringen Zahl derselben, welche das Magazin aufnehmen kann.

Die Versuche Hebler's hatten also vielseitige Fragen zu beantworten, um die Konstruktion von Waffe und Munition feststellen zu können. Dieselben betrafen: die verschiedenen zu prüfenden Kaliberstufen bis zum Minimalkaliber, die verschiedensten Dralllängen, die Form und Zahl der Züge, Material und Konstruktion des Geschosses und der ein- und zweitheiligen Patronenhülsen, des gekörnten und des komprimierten Pulvers, die verschiedenen Differenzen des Durchmessers des Laufes in den Zügen gegenüber dem des Geschosses, die Differenzen der Kaliber des Patronenlagers gegenüber dem der Patronenhülse wegen der Sicherheit des Auswerfens der leeren Hülsen u. s. w.

Die Minimalgrenze konstatirte Hebler endgültig bei dem Kaliber 7,5 mm, und zwar mit Hartbleigeschossen mit umgelöthetem, hinten in Papierdicke auslaufendem Stahlmantel nach der Konstruktion der berühmten Karlsruher Patronenfabrik Lorenz, den Vorgang des verstorbenen Preussischen Oberstlieutenants Bode technisch verbessernd. Diese Stahlmantel- oder sogenannten Compound-Geschosse schneiden sich in die konzentrischen Züge mit schmalen Feldern sehr gut ein, behalten die Stabilität ihrer Rotationsachse für die ganze Flugzeit der Geschosse bis auf 2600 m bei der Dralllänge von 12 cm, das sind etwa 5000 Umdrehungen bei der Anfangsgeschwindigkeit von etwa 600 m.

Diese interessanten Versuche enthält der erste Theil des hoch zu empfehlenden Werkes. Im Nachtrage konnte Hebler noch konstatiren, dass es gelungen sein soll, durch die altbewährte Pulverfabrik Rönsahl in Westfalen (jetzige Besitzer Cramer und Buchholz) ein komprimirtes Pulver des spezifischen Gewichtes von 1,41 herzustellen, das mit 5,4 gr Ladung in die eintheilige Patronenhülse von hartgezogenem Messingblech, über einen Dorn für den Zündkanal durch einen Stempel-druck eingepresst, dem vernickelten Stahlmantel-Hartbleigeschoss von Lorenz eine Anfangsgeschwindigkeit von etwa 600 m ertheilt, bei einem Maximalgasdruck, der ein vollkommenes, unbedingt sicheres Auswerfen der leeren Stahlhülse garantirt. Die Geschosse von 7,72 mm Kaliber sind 33 mm lang, d. h. 4,4 Kaliberlängen, und 14,6 gr schwer, so dass die Einheitsfläche von 1 qmm des Geschossquerschnittes mit 0,328 gr Blei und 0,1222 gr Pulver, wie es von keinem Kaliber erreicht werden konnte, belastet ist.

Hebler glaubt hiermit die Konstruktion eines kriegsbrauchbaren Infanteriegewehrs des Minimalkalibers und damit die Frage des Zukunftsgewehrs der Infanterie gelöst zu haben.

Diesen Privatstudien, Versuchen und Resultaten Hebler's stehen, soweit bekannt, offizielle militärische Versuche nur von der Spanischen Schiessschule zu Toledo, aus dem Jahre 1883, sowie Versuche der Schwedischen Gewehrkommission vom Jahre

1885, zur Seite, welche auch die Vorzüge der Waffe, trotz ihres damals noch unfertigen Zustandes, konstatiren konnten. —

Die Vorzüge des kleinen und kleinsten Kalibers, d. h. die bedeutende Einzelpräzisionsleistung, die gesteigerte Gesamtleistung, dann, insbesondere in Verbindung mit einem Repetirgewehr, die dauernd erhöhte, taktisch hochwichtige Feuerbereitschaft mit zeitig erhöhter Massenwirkung für das Schnellfeuer mit der Zahl der magazinirten Patronen — werden noch durch die Thatsache vermehrt, dass trotz der bedeutenden Anfangsgeschwindigkeit von etwa 600 m die Rückstossgeschwindigkeit der Waffe im Interesse der so wichtigen Sicherheit des Schusses durch die Abnahme des Kalibers und des Geschossgewichts geringer sein soll, als bei den bestehenden Ordonnanzwaffen. So z. B. bei Hebler 2,54 m gegenüber 2,63 m bei Mauser, 2,79 m bei Gras und sogar 3,43 m bei Martini-Henry und zwar bei Anfangsgeschwindigkeiten von 600, 440, 450 und 416 m aus den Kalibern 7,5, 11,0, 11,0 und 11,43 mm und 14,6; 25, 25, 31,1 gr schweren Geschossen.

Professor Hebler hat mit seinem zeitgemässen interessanten Werke einen höchst schätzenswerthen Beitrag zur Technik und Literatur der Handfeuerwaffen geliefert, wofür um so mehr Dank gebührt, als von offiziellen Versuchen, die thatsächlich ebenfalls in vielen Staaten stattfinden, nichts veröffentlicht wird.“

Ganz am Schluss seiner Arbeit sagt Weygand:

„Die vorstehende einfache Zusammenstellung der geschichtlichen Entwicklung des neuesten und wichtigsten Stadiums der Bewaffnungsfrage der Infanterie:

der Uebergang zur Zukunftswaffe des Minimalkalibers

erscheint für viele Kameraden vielleicht etwas zu weit ausgegriffen, dies dürfte ihrer allgemeinen, eingehenden Beurtheilung und Würdigung aber nicht gerade wesentlich nachtheilig sein. Es sei hierbei ganz besonders auf das interessante Werk des Professor Hebler hingewiesen, welcher die Frage zuerst wieder aufwarf, weiter aus- und durchführte, schliesslich sein praktisches Resultat in seiner Waffe des Kalibers 7,5 mm zum Ausdruck brachte und damit die Entwicklung der Feuerwaffe der Infanterie in dieser Richtung ihrem Abschluss näher führte.“

Beurtheilung der verschiedenen Geschossarten.

Dr. Paul Bruns, Professor der Chirurgie und Vorstand der chirurgischen Klinik zu Tübingen, sagt am Schluss seines Werkes: „Die Geschosswirkung der neuen Kleinkalibergewehre“, 1889, Seite 52, Folgendes:

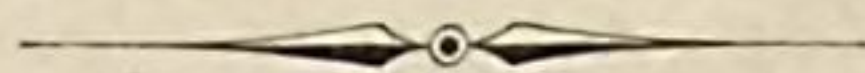
„Von grösster Wichtigkeit endlich ist noch die Beschaffenheit der Geschosse, die selbst den grössten Widerständen gegenüber möglichst dauerhaft sein sollen, während allerdings das technische Interesse eine allzugrosse Härte wegen der Beschädigung der Züge des Rohres verbietet. Praktisch handelt es sich gegenwärtig um die Frage, ob Geschosse mit einem Mantel aus Stahl, oder aus Kupfer, beziehungsweise einer Komposition aus Kupfer und Nickel, vorzuziehen sind. Während die

Bleigeschosse beim Durchdringen durch Weichtheile, bis auf 300 m Distanz, und bei Knochenschüssen sogar bis zu 1200 m Entfernung Deformationen erleiden, lehren unsere Versuche, *dass die Nickelmantelgeschosse nur bei Nahschüssen auf die härtesten Knochen des menschlichen Körpers beschädigt werden*, indem sie hierbei Stauchungen und Abplattungen, sowie Einreissungen und vollständige Zerreißen des Mantels, mit Zerstückelung des Bleikerns erleiden. Dagegen haben sich die Stahlmantelgeschosse entschieden noch dauerhafter erwiesen und namentlich niemals Abstreifungen des Mantels erlitten. Dies gilt auch für unsere Schiessversuche auf Brustwehren aus steiniger Erde, bei denen der Stahlmantel weniger stark beschädigt wird, — und wie manche Geschosse bewirken auf dem Schlachtfelde erst nach dem Abprallen an Steinen, Mauern und dergleichen, Verwundungen der Kämpfenden, die durch vorausgegangene Deformierung ungleich schwerer sich gestalten.

Wir geben also, von unserem Standpunkte aus, dem Stahlmantel den Vorzug, und hoffen, dass es durch Verbesserung in der Fabrikation gelingen möge, noch dauerhaftere Geschosse herzustellen, die selbst den Knochen gegenüber Stand halten.

Fassen wir zum Schlusse die Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammen, so ist es gewiss mit hoher Freude zu begrüßen, *dass die durch taktische Gründe bedingte Herabsetzung des Kalibers, und insbesondere die davon unzertrennliche Einführung der Mantelgeschosse, gerade im Sinne der humanitären Bestrebungen liegt*. Die künftigen Kriege werden vielleicht in derselben Zeit zahlreichere, aber jedenfalls viel häufiger reine und glatte Schusswunden bringen, die wegen der geringeren Weite des Schusskanals eher den subkutanen Charakter wahren: der Heilungsverlauf wird sich günstiger gestalten, Verstümmelung und Verkrüppelung häufiger vermieden werden.

Das neue Kleinkalibergewehr ist nicht blos die beste, sondern zugleich die humanste Waffe, um nach Möglichkeit die Schrecken des Krieges zu mildern.“



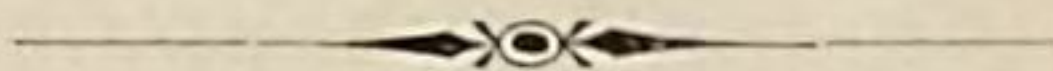
Inhaltsverzeichniss des III. Theiles.

	Seite
1. Weitere Entwicklung des kleinsten Kalibers, bis zum heutigen Stand desselben, resp. bis zu seinem Abschluss (1886 bis 1891), sowie einige Erklärungen über den diesen Entwicklungsgang beschreibenden Inhalt dieses Buches (vom Verfasser).	
a) Weitere Entwicklung des kleinsten Kalibers, bis zu seinem Abschluss, durch das rauchlose Pulver	1
b) Einige Erklärungen, den Inhalt dieses Buches betreffend	8
c) Humbug im Waffenfache (Allgem. Schweiz. Militärzeitung Nr. 42, vom 18. Oktober 1890, und in andern Blättern)	10
„Le fusil à Trajectoire Rectiligne“	11
„Le Boulet Rétrograde“	11
„Das Giffard-Gewehr“	11
„Das Wolfram-Geschoss“	12
d) Wie ein Gewehr- und Munitionssystem ersten Ranges beschaffen sein muss	14
2. Einiges über Wirkung kleinkalibriger Handfeuerwaffen, insbesondere des Hebler-Gewehres, Modell 1887 (von Dr. Bovet, Major der Sanitätstruppen in Monthey; in einem Broschürchen, sowie in verschiedenen Zeitungen erschienen, z. B. in der Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 6 und 7, vom 11. und 18. Februar 1888)	16
3. Einiges über die Schweizerische Neubewaffnung, und über diejenige der andern Staaten (vom Verfasser; in einem Broschürchen, sowie in verschiedenen Zeitungen erschienen, z. B. in der Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 30, vom 27. Juli 1889)	25
4. Militärisches (vom Verfasser; im „Vaterland“, Nr. 187, vom 14. August 1889)	33
5. Noch ein Wort über die Schweizerische Neubewaffnung (vom Verfasser; „Züricher Post“ vom 4. April 1890)	37
6. Unser Gewehr, im Lichte der Vergleichung (von H. Studer, Ingenieur, Schweiz. Artillerie-Hauptmann; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 26, vom 28. Juni 1890)	46
7. Kostenberechnung für die Patronen der verschiedenen Systeme kleinsten Kalibers (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 14, vom 5. April 1890, und in andern Fachblättern)	49
8. Knallfreies Pulver und ähnliche Märchen (vom Verfasser; Deutsche Heereszeitung, Nr. 68, vom 24. August 1889, und in andern Blättern)	54

	Seite
9. Ueber Abnutzung des Laufes und des Patronenlagers. Zukunftspatrone — randlos! (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 40, vom 5. Oktober 1889, und in andern Fachblättern)	56
10. Bestimmung des höchsten zulässigen Gasdruckes, durch Rechnung (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 18, vom 3. Mai 1890, und in andern Fachblättern)	59
11. Ueber die Erhitzung des Laufes und des Geschosses, pro Schuss (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 20, vom 17. Mai 1890, und in andern Fachblättern)	68
12. Das Nachbrennen beim Schuss; seine Ursachen und Folgen. Für rauchfreies Pulver (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 24, vom 14. Juni 1890, und in andern Fachblättern)	71
13. Aufstellung einer empirischen Formel, zur Berechnung der Durchschlagskraft, unter der Voraussetzung, dass sich das Geschoss, beim Eindringen, nicht deformire (vom Verfasser)	75
14. Berechnung der Tourenzahl n , welche das Geschoss, beim Verlassen der Laufmündung, haben muss, pro Sekunde, damit seine Achse genügende Stabilität erhalte (vom Verfasser)	78
15. Aufstellung einer empirischen Formel, zur Bestimmung der normalen Zugtiefe (vom Verfasser)	80
16. Vereinfachung der Formeln, zur Berechnung des Rückstosses (vom Verfasser)	84
17. Aufstellung einer Tabelle, zur Bestimmung von c , aus v_{25} (vom Verfasser)	90
18. Bestimmung des erreichbar niedrigsten Werthes, für den maximalen Gasdruck (vom Verfasser)	93
19. Grenze, welche der Rückstoss der Anfangsgeschwindigkeit setzt (vom Verfasser)	95
20. Verbrennung des rauchlosen Kornpulvers, bei verschiedener Korngrösse, und verschiedener Härte des Pulverkorns (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 33 und 34, vom 16. und 23. August 1890, sowie in andern Fachblättern)	97
21. Ueber die Durchschlagskraft der Geschosse, und Erklärung der dabei beobachteten Erscheinungen (vom Verfasser; Allgem. Schweiz. Militärzeitung, Nr. 39, vom 27. September 1890, und in andern Fachblättern).	
a) Beweis, dass auch in dem Fall, wenn keine Deformirung des Geschosses stattfindet, die Eindringungstiefe bloss annähernd dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional ist	106
b) Warum staucht sich das eindringende Geschoss um so stärker, je grösser seine Geschwindigkeit ist?	108
c) Beweis, dass sich selbst das härteste Geschoss im allerweichsten Material deformiren muss, sobald nur die Geschossgeschwindigkeit gross genug ist	109
d) Beweis, dass für jedes Geschoss, und für jedes zu durchdringende Material, die Eindringungstiefe bei einer gewissen Geschossgeschwindigkeit ein Maximum erreichen muss	110

e) Beweis, dass der Maximalwerth der Eindringungstiefe direkt der Querschnittsbelastung des Geschosses proportional ist	110
f) Grund, warum das Geschoss in einige Materialien auf nahe Distanz weniger tief eindringt, als auf weitere Entfernungen	111
22. Aufstellung einer genauen Formel, zur Bestimmung der Durchschlagskraft, unter der Voraussetzung, dass sich das Geschoss, beim Eindringen, nicht deformire (vom Verfasser)	112
Bestimmung der Durchschlagskraft, wenn sich das Geschoss deformirt	118
23. Das rauchlose Pulver. Aufstellung empirischer Formeln, zur Berechnung des maximalen Gasdruckes, und der Anfangsgeschwindigkeit (vom Verfasser).	
Eintheilung der wichtigsten rauchlosen Pulversorten	122
Die Entwicklungsstadien der randlosen Heblerpatrone	123
1. Blättchenpulver.	
a) Empirische Formeln, zur Berechnung des Gasdruckes und der Anfangsgeschwindigkeit. (Für Blättchenpulver)	126
b) Bestimmung des günstigsten Geschossgewichtes, für die neuere Heblerpatrone, und Walsroderpulver	134
2. Kornpulver.	
a) Empirische Formeln, zur Berechnung des Gasdruckes und der Anfangsgeschwindigkeit. (Für Kornpulver)	139
b) Empirische Formel, zur Berechnung des Korndurchmessers, für vollständige Verbrennung. (Für Kornpulver)	140
c) Ableitung von Formeln, welche die Bedingung vollständiger Verbrennung in sich tragen, und Anwendung derselben, zur Lösung verschiedenartiger Aufgaben	141
d) Bestimmung des günstigsten Hülsenvolumens, für die Heblerpatrone	147
e) Bestimmung des günstigsten Geschossgewichtes für die Heblerpatrone	152
3. Bestimmung der Kraft der verschiedenen rauchlosen Pulversorten .	157
24. Noch ein letztes Wort über das „Wolfram-Geschoss“ (vom Verfasser)	161
25. Nachtrag über Neubewaffnungen (vom Verfasser)	
a) England. M. 1888	165
b) Dänemark. M. 1889	166
c) Schweden. M. 1889	167
d) Bulgarien	167
26. Neuste Mittheilungen, in Bezug auf die praktische Brauchbarkeit einiger Neubewaffnungen. (Aus verschiedenen Zeitungen entnommen.)	
a) Ueber das Oesterreichische Mannlicher-Gewehr M. 88/90	168
b) Ueber das Oesterreichische Mannlicher-Gewehr M. 88/90, und über das Deutsche Gewehr M. 88	168
c) Ueber das Englische Gewehr M 88	168
d) England (Repetirgewehr)	169
e) England (Der Gewehrkrach)	170

	Seite
27. Rangordnung der bis jetzt eingeführten Neubewaffnungen (vom Verfasser)	171
28. Güte des Heblergewehres (des Hebler'schen Lauf- und Munitionssystems), abhängig von Ladung und Anfangsgeschwindigkeit (vom Verfasser).	
a) Tabelle über die „Güte“ des Heblergewehres, für verschiedene Ladungen (verschiedene Patronengewichte) und Anfangsgeschwindigkeiten	172
b) Güte des Heblergewehres, bei Verwendung der bisherigen rauchlosen Pulversorten	172
29. Schlusswort (vom Verfasser)	173



1. Weitere Entwicklung des kleinsten Kalibers, bis zum heutigen Stand desselben, resp. bis zu seinem Abschluss (1886 bis 1891), sowie einige Erklärungen über den diesen Entwicklungsgang beschreibenden Inhalt dieses Buches.

a) Weitere Entwicklung des kleinsten Kalibers bis zu seinem Abschluss, durch das rauchlose Pulver.

Im Anschluss an die „Schlussbemerkung“ und an den „Nachtrag“ im II. Theil meines Buches, muss ich bemerken, dass das im „Nachtrag“ erwähnte Pulver von Cramer und Buchholz in Rönsahl, von nur 1,41 spezifischem Gewicht, sich nicht bewährt hat, indem sich bald herausstellte, dass der Gasdruck noch zu hoch sei, so dass das Extrahiren der Hülsen immer noch mit Schwierigkeit vor sich ging.

Was ferner die im „Nachtrag“ erwähnten Stahlhülsen betrifft, so hat sich deren Herstellung als viel zu schwierig erwiesen, derart, dass man genöthigt war, von denselben ganz abzusehen, und wieder zur Messinghülse zurückzukehren. —

Im Herbst des Jahres 1886 hielt ich mich viele Wochen lang in Karlsruhe auf, um wenn möglich abschliessende Versuche über Pulver und Hülsen zu machen.

Während meiner Anwesenheit in der Lorenz'schen Fabrik gelang es Herrn Lorenz, eine Komprimirmethode zu finden, die es ermöglichte, das Pulver in der *eintheiligen* (gewöhnlichen) Patronenhülse zu komprimiren. Dieses Verfahren ist auf Tafel I, Komprimirapparat I, dargestellt, und ist aus der Zeichnung klar ersichtlich, so dass es wohl keiner besonderen Erklärung bedarf. Man sieht zugleich, dass die Hülse im Boden eine genügend weite Durchbohrung haben muss, um

den Stift durchzulassen, was von grossem Nachtheil ist, weil das gewöhnliche Zündhütchen nicht mehr anwendbar bleibt, da ja der Ambos fehlt. Ferner macht der lange dünne Stift, der sich leicht verkrümmt, und der beim Füllen jeder Hülse durch die enge Oeffnung im Boden derselben geschoben werden muss, was nur von Hand, mit Vorsicht geschehen kann, die praktische Verwendung dieses Komprimirverfahrens sehr fraglich, ja fast unmöglich, besonders für die Massenfabrikation. Ich bestrebe mich deshalb, ein praktischeres Komprimirverfahren zu finden, und konstruirte bald den Apparat, wie er auf Tafel I, Komprimirapparat II, dargestellt ist, und hierauf denjenigen, welcher auf Tafel I, Komprimirapparat III, abgebildet ist. Diese beiden Verfahren (das eine für einen engen, das andere für einen weiten Zündkanal) sind vollkommen praktisch, und auch für die Massenfabrikation leicht verwendbar, und erfordern keine Veränderung der Hülse oder des Zündhütchens, was von hohem Werthe ist. Aus der Zeichnung ergibt sich die Komprimirmethode, für beide Verfahren, ganz von selbst, so dass eine weitere Erklärung gewiss unnöthig ist.

Herr Lorenz liess sich, auf *seinen* Namen, *alle drei Verfahren* sofort patentiren, *ohne mir auch nur den geringsten Antheil an seinen Patenten zukommen zu lassen.* —

Dieses Vorgehen nützte ihm jedoch ebensowenig, wie das Patentiren des *Compoundgeschosses*, auf *seinen* Namen, und *ohne Antheil für mich*, welche Geschossart nämlich *auf meine Bestellung und Beschreibung hin hergestellt worden ist*, und an deren Erfindung mir daher, wenigstens meiner Ansicht nach, doch auch ein Antheil zufällt. — Jedermann weiss jetzt, da ich dies schreibe, dass Herr Lorenz von keinem dieser beiden Patente (Komprimirverfahren und Compoundgeschoss) einen Nutzen gehabt hat, weil durch das rauchlose Pulver das Komprimiren wegfiel, und ferner das Compoundgeschoss durch mein unverlöthetes Stahlmantelgeschoss verdrängt wurde, welches ebensoviel leistet, jedoch viel billiger und leichter herzustellen ist. —

Nachdem man nun im Stande war, das Pulver direkt in der *eintheiligen* Hülse zu komprimiren, wurde natürlich die *zweitheilige Hülse* sofort aufgegeben. Um das *Klemmen* der Hülsen zu vermeiden, stellte man sogenannte „*hartgezogene*“ Messinghülsen dar, bei denen das Klemmen zwar vermindert, jedoch nicht ganz vermieden wurde. Schuld daran, dass die Hülsen sich beim Extrahiren oft noch klemmten, war

der viel zu hohe Gasdruck; derselbe betrug, wie sich bald darauf in Thun (Schweiz) durch Versuche ergab, 4050 Atmosphären; dabei war $v_{25} = 574$ m; die Ladung bestand aus 5,2 gr R F G II von Cöln. Der Zündkanal hatte, von hinten nach vorn, einen Durchmesser von 4,0 bis 4,8 mm. Das Gewicht der Hülse betrug 13,9 gr; das Geschoss wog 14,6 gr, und die ganze gefettete Patrone 33,8 gr. Das Ausziehen der Hülse ging meist ziemlich gut von statten, und nur hie und da war ein geringes Klemmen, beim Ausziehen der Hülse, bemerkbar.

Es kann nicht meine Absicht sein, des Langen und Breiten über alle diese Versuche mit komprimirtem Schwarzpulver zu berichten, sondern es soll hier in möglichst kurzen Zügen ein getreues Entwicklungsbild der Gewehr- und Munitionsfrage, von 1886 weg, bis zum heutigen Tage, gegeben werden; ich werde mich deshalb, was die Versuche mit komprimirtem Schwarzpulver betrifft, möglichst kurz fassen.

Die oben geschilderte Leistung meiner Patrone würde vollkommen befriedigt haben, wenn nur der zu hohe Gasdruck nicht gewesen wäre, infolge dessen, trotz der „hartgezogenen“ Messinghülsen, doch das Extrahiren derselben manchmal einige Schwierigkeiten bot, und ferner Stauchung der Stützflächen des Verschlusses, sowie Aufbauchung des Patronenlagers, nicht ausgeschlossen war. Es handelte sich also darum, den zu hohen Gasdruck zu vermeiden; — da dies durch die richtige Wahl des Pulvers nicht zu erreichen war, so beschloss ich, das Geschoss etwas leichter zu machen, also dessen Querschnittsbelastung zu vermindern, und auch die Patronenhülse zu verkleinern, also die Ladung zu reduzieren. —

Ich konstruirte deshalb im Winter 1886/1887 eine neue, und zwar eine *randlose*, Patrone, M 87, wie sie auf Tafel III abgebildet ist, und deren Maasse und Gewichte auf Tabelle 16 angegeben sind.

Infolge des kürzern Geschosses, und voraussichtlich sehr hoher Anfangsgeschwindigkeit, welche mir durch Verwendung eines neuen Pulvers (Kali-Ammoniäkpulver) in Aussicht gestellt war, konnte ich einen bedeutend längern Drall wählen, als bisher, nämlich 24 cm, statt 12 cm, und es fiel, infolge dessen, auch die Nothwendigkeit dahin, den Mantel mit dem Geschosskern zu verlöthen, da bei einem Drall von 24 cm ein Wegschleudern des Geschoss-Mantels, infolge der Zentrifugalkraft, nicht mehr zu befürchten war; ich verliess also das Compoundgeschoss, und wählte ein *unverlöthetes Stahlmantelgeschoss*, mit hinten

umgebördeltem Mantelrand, da dasselbe voraussichtlich in den meisten Fällen ganz dasselbe zu leisten versprach, wie das Stahlmantel-Compound-Geschoss, was sich auch später, bei den Versuchen mit der neuen Patrone, vollständig bewährte, weshalb denn auch, bis zum heutigen Tage, kein einziger Staat ein Compoundgeschoss adoptirt hat, und auch in Zukunft keiner ein solches annehmen wird. — Portugal, das im Anfang das Compoundgeschoss annehmen wollte, lässt jetzt definitiv seine Munition bei Roth in Wien herstellen, und verwendet kein Stahlmantel-Compound-Geschoss mehr, sondern ein einfaches Stahlmantelprojektil. —

Da Lorenz sich weigerte, meine neue Patrone herzustellen, — wahrscheinlich weil sein Compound-Geschoss dabei keine Anwendung fand, — so liess ich, von nun an, meine Munition (Hülse und Geschoss) bei Herrn *Roth* in *Wien* herstellen, und überzeugte mich dabei, *dass ich auch, bezüglich Güte und Gleichmässigkeit in der Ausführung, einen sehr guten Tausch gemacht hatte!* —

Da das neue Pulver einen ziemlich niedern Gasdruck versprach, so war es auch nicht mehr nöthig, sogenannte „hartgezogene“ Hülsen zu verwenden, sondern es konnten wieder *gewöhnliche Messinghülsen* Anwendung finden.

Als im Frühling 1887 die neue Munition zu meiner Verfügung stand, begann ich sofort, unter Verwendung des *Kali-Ammoniakpulvers* (Schweiz. Fabrikat), Versuche zu machen, um baldigst Pulversorte, Ladung, Weite des Zündkanals, etc., festsetzen zu können; diese Versuche nahmen nun folgenden Verlauf:

Zuerst verwandte ich einen *engen* Zündkanal, — hinten 1,6 und vorn 2,2 mm, — wie er mittelst des Komprimirapparates II, Tafel I, sich ergab, und erhielt so, je nach Pulversorte und Ladung, Geschwindigkeiten (v_{25}) von 600 bis 640 m. Dabei war der Gasdruck 2800 bis 3400 Atmosphären. Eine Messung in Thun (Mittel aus 12 Schüssen) ergab z. B.: $v_{25} = 628 \text{ m}$; *Gasdruck* = 3150 Atmosphären. Dabei betrug die *Ladung* 4,0 gr. *Kali-Ammoniakpulver*; *Geschossgewicht* 14,0 gr.; *Hülse* = 7,2 gr.

Mit dem *weiten* Zündkanal, — hinten 3,6 und vorn 5,0 mm, — wie er mittelst des Komprimirapparates III, Tafel I, sich ergab, erhielt man weniger Anfangsgeschwindigkeit, aber dafür auch weniger Gasdruck; es ergab sich z. B., bei Verwendung von 4,0 gr *Pulver*, eine

Anfangsgeschwindigkeit (v_{25}) von 581 m, also $c = 600$ m, und ein Gasdruck von 2750 Atmosphären.

Wenn man bedenkt, dass das Geschoss zu schwer,*) und die Pression desselben, im Laufe, eine ganz enorme war, — infolge des durchaus unsinnigen Verlangens der schweizerischen Schiesskommission, dass die erlaubte Erweiterung des Laufes 0,5 mm (!) betragen müsse, — so ergibt sich, dass diese Leistungen als *sehr gute* bezeichnet werden müssen. —

Leider war aber, beim komprimierten Pulverkörper, sowohl beim engen, als auch beim weiten Zündkanal, die Verbrennung niemals eine vollständige und gleichmässige, was zur Folge hatte, dass die Anfangsgeschwindigkeit meist ziemlich bedeutend variirte, gewöhnlich 20 bis 30 Meter; auch zeigte sich bald, dass alle diese Sorten des Kali-Ammoniakpulvers ganz ausserordentlich hygroskopisch waren, so dass man dieselben nicht, wie gewöhnliches Schwarzpulver, offen aufbewahren konnte; dieser Umstand für sich allein hätte schon die Verwendbarkeit des Kali-Ammoniakpulvers mindestens sehr in Frage gestellt; es kam aber noch hinzu, dass dieses Pulver die Patronenhülsen angriff, so dass dieselben schon nach ziemlich kurzer Zeit theilweise durchgefressen waren; auch griff der Rückstand dieses Pulvers den Gewehrlauf und Alles, wo er sich ansetzen konnte, sehr stark an, so dass die Reinigung des Gewehres, nach dem Schiessen, kaum sorgfältig genug vorgenommen werden konnte, um dem Verrosten der Waffe vorzubeugen.

Diese Uebelstände zeigten sich denn auch bei den offiziellen Versuchen, welche bald in den meisten Ländern mit meiner neuen Munition vorgenommen wurden (dabei wurde stets der *enge* Zündkanal verwendet), und ergaben die Nothwendigkeit, dieses Pulver zu verlassen, und entweder wieder gewöhnliches Schwarzpulver zu verwenden, d. h. sich mit bedeutend weniger Geschossgeschwindigkeit zu begnügen, — oder aber die Herstellung eines bessern Präparates anzustreben. — Die Rauchentwicklung, beim Kali-Ammoniakpulver, war schon ziemlich geringer — etwa halb so stark, — als beim gewöhnlichen Schwarzpulver. Es lag also der Gedanke nahe, ob es nicht möglich wäre, ein ganz oder beinahe ganz rauchfreies Pulver herzustellen. —

*) Für das 7,5 mm Kaliber beträgt das günstigste Geschossgewicht 13,1 gr, wie aus spätern Kapiteln ersichtlich ist.

In dieser Richtung gingen die Franzosen voran, und erzeugten (schon von 1886 an) ein beinahe rauchfreies Präparat, welches den Anforderungen in jeder Richtung so ziemlich entsprach.

Bald wurden dann auch andere rauchfreie Pulver bekannt, z. B. dasjenige von *Walsrode*, das von *Avigliana*, dasjenige von *Spandau*, ferner das *österreichische rauchfreie Pulver von Schwab*, etc.

Die allzu untergeordneten Produkte erwähne ich hier nicht.

Ich hatte Gelegenheit, mich wiederholt längere Zeit in Walsrode aufzuhalten, und durch eingehende Versuche das dortige Pulver kennen zu lernen; in Avigliana machte ich ferner mit dem Nobel'schen Würfelpulver sehr genaue Versuche. Das Nähere hierüber ist in später folgenden Kapiteln (besonders im 23. Kapitel) enthalten. —

Ich will an dieser Stelle noch darauf hinweisen, dass, infolge der Versuche, die in den verschiedenen Staaten mit meinen ältern und neuern Patronen gemacht wurden, bald einige andere Patronen entstanden, für gewöhnliches und auch für komprimirtes Schwarzpulver (ältere und neuere Rubinpatrone; Nagantpatrone; Portugiesische Kropatschek-Patrone; Dänische Patrone für komprimirtes Pulver; Oesterreichische Mannlicherpatrone); — dann ferner einige Patronen für rauchloses Pulver (Französische Lebelpatrone; Deutsche Patrone; Belgische Mauserpatrone; Schweizerische Patrone). —

Von diesen Patronen sind die drei letzten bereits *randlos*, lassen also einen bedeutenden Fortschritt erkennen, und es ist mit Gewissheit anzunehmen, dass sowohl meine offiziellen Versuche mit der *randlosen* Patrone, als auch meine schriftlichen Arbeiten über dieselbe, dieser in allen Staaten, die noch vor der Neubewaffnung stehen, zur Annahme verhelfen werden. Seitdem ich im Jahr 1887 zum erstenmal *offiziell* mit der randlosen Patrone auftrat, hat kein Staat mehr eine Randpatrone eingeführt, mit alleiniger Ausnahme von Oesterreich, welches sich, wie es scheint, stets gegen andere Staaten im Rückstand befinden muss. Nach den neuesten Nachrichten soll jetzt aber auch in Oesterreich die randlose Patrone endlich eingeführt werden.

Auf alle diese im Laufe der Zeit entstandenen, mehr oder minder gelungenen Nachahmungen*) meiner kleinkalibrigen Munition näher ein-

*) Die Rubinpatrone (sowohl die ältere, als auch die neuere) ist hievon ausgenommen, weil sie auf einem Konstruktionsprinzip beruht, welches mit dem meinigen nicht das Geringste gemein hat.

zutreten, ist hier nicht am Platze, weil man in den nachfolgenden Kapiteln das Nöthige hierüber findet.

Ich will hier nur noch darauf aufmerksam machen, dass auch mein Zugsystem da, wo *Stahlmantel* adoptirt ward, — also in Portugal, Oesterreich, Deutschland, und neuerdings auch in England, — ebenfalls mit mehr oder weniger Einsicht und Sachkenntniss nachgeahmt wurde. (In Oesterreich z. B. zu starke Abschrägung der Felder, und zu wenig Ausrundung, beim Uebergang der Felder in die Züge; in England viel zu starke Ausrundung, ja sogar bis zur Mitte der Züge.) Ist das Zugprofil nicht genau so beschaffen, wie ich es, nach jahrelangen Versuchen, konstruirte, so kann weder von einer ganz sichern Führung, noch von einem vollkommen gasdichten und sichern Abschluss des Geschosses in den Zügen die Rede sein, — besonders bei erweiterten Läufen, — und man wird die schlimmen Erfahrungen, die ich s. Z. bei meinen Versuchen durchzumachen hatte, ebenfalls durchmachen müssen, aber dann im Grossen, und dadurch wird sich der Eigensinn und die Unkenntniss der betreffenden Schiesskommissionsmitglieder, welche so etwas veranlassten, schwer rächen. —

Man nehme also einfach das Beste, was es gibt, unverändert an, ohne noch etwas daran verbessern zu wollen! — —

Fast in allen Staaten hat man jetzt ein sogenanntes „*rauchfreies Pulver*“, und es gibt patentirte Rezepte dieser Art in Menge.

Ein in jeder Beziehung vollkommen entsprechendes rauchfreies Präparat ist aber unter allen diesen nicht zu finden, weil dieselben sämmtlich, wie in einem spätern Kapitel ausführlich mitgetheilt wird, zu den sog. „*homogenen*“ Pulversorten gehören, und daher ausnahmslos zu hohen Gasdruck geben. —

Nur das „*nicht homogene*“ Pulver hat eine Zukunft, und zwar nur das Pulver in *Körnerform*, und auch nur dasjenige mit *runden* Körnern, mit *polirter* und daher *langsam verbrennlicher Oberfläche*; nur bei einem solchen Pulver lässt sich der Gasdruck auf das erreichbar niedrigste Maass reduzieren.

Dieses Pulver ist bereits vorhanden (Kallivoda-Hebler-Pulver; K. H. P.), und wird zweifellos in kurzer Zeit alle andern rauchfreien Pulversorten verdrängen. Das Nähere über dieses Pulver ist in dem Kapitel: „Das rauchlose Pulver“ enthalten.

Es wird hier am Platze sein, auch einige Worte über die Entwicklungsstadien der randlosen Heblerpatrone (M. 87 bis M. 90) zu sagen. Das Wichtigste hierüber ist jedoch in dem Kapitel: „Das rauchlose Pulver“ enthalten, unter dem Titel: „Die Entwicklungsstadien der randlosen Heblerpatrone“.

Es zeigte sich nämlich bald, dass die Wand meiner Patronenhülse (M. 87) zu schwach sei, und ich liess dieselbe daher verstärken, während die äussern Dimensionen unverändert blieben; zugleich wurde das Geschoss hinten dünner (7,8 statt 8,0 mm) gemacht, auch etwas kürzer (29,4 statt 30 mm), und etwas leichter (13,1 statt 14,0 gr). Dadurch, dass das Geschoss hinten um 0,2 mm dünner gemacht wurde, nahm seine übermässige Pression im Laufe ab, und die erlaubte Toleranz betrug doch noch 0,3 mm, was vollkommen hinreichend ist. Später liess ich auch noch den Boden der Hülse dicker machen (4,6 statt 4,0 mm), und so entstand schliesslich die *neueste Heblerpatrone* (M. 90), speziell für das rauchlose Pulver konstruirt und angepasst, wie dieselbe auf Tafel V enthalten ist. Auch zeigte es sich, dass es besser ist, zwei Zündlöcher im Boden anzubringen, bei Verwendung von rauchlosem Pulver, was denn bei der Patrone M. 90 auch geschah. —

Was mein jetziges 4-züiges Zugprofil (Tafel III) betrifft, so ist noch zu bemerken, dass ich, auch bei Verwendung der randlosen Patrone, im Anfang noch 6 Züge beibehielt; bald aber ging ich auf 4 Züge über (Tafel III), weil ich mich überzeugte, dass bei einem Drall von 24 cm, und bei Verwendung des Stahlmantelgeschosses, 4 Züge vollkommen hinreichend sind, und man dabei den Vortheil hat, dass die Felder etwas breiter gehalten werden können, als bei 6 Zügen.

b) Einige Erklärungen, den Inhalt dieses Buches betreffend.

Die *Tafeln* und *Tabellen* im dritten Theil meines Buches bedürfen keiner besondern Erklärung. Die *Schusstafeln* sind sämmtlich unter den gleichen Voraussetzungen nach meinen Formeln berechnet, und bieten daher, hauptsächlich was die *relativen* Leistungen der verschiedenen Patronen betrifft, einen ganz sichern Anhaltspunkt zur Beurtheilung ihrer Leistungsfähigkeit. Die Tabellen 1 bis 6 enthalten die Schusstafeln der *ältern* Kleinkaliberpatronen, welche gekörntes und komprimirtes *Schwarzpulver* verwenden. Auf Tabelle 7 ist das Hauptsächlichste dieser Schusstafeln zusammengestellt, und zur bessern Ver-

gleichung sind auch die Angaben über das deutsche 11 mm Mausergewehr beigelegt. Tabelle 8 enthält die Schusstafel des deutschen 11 mm Mausergewehres, ebenfalls nach meinen Formeln berechnet, unter den gleichen Voraussetzungen, unter denen alle übrigen Schusstafeln berechnet wurden. Die Tabellen 9 bis 14 enthalten die Schusstafeln der *neuern* Kleinkalibergewehre, welche *rauchloses Pulver* verwenden, und auf Tabelle 15 ist das Hauptsächlichste dieser Schusstafeln zusammengestellt, und zur bessern Vergleichung sind wieder die betreffenden Angaben über das deutsche 11 mm Mausergewehr beigelegt. Tabelle 16 enthält sowohl für einige Grosskalibergewehre, als auch für sämtliche Kleinkalibergewehre, alle nothwendigen Angaben, Maasse, Gewichte, etc.

Tafel I enthält die Zeichnungen der bereits erwähnten 3 Komprimirapparate, zum Komprimiren des Schwarzpulvers, in der gewöhnlichen Patronenhülse.

Die Tafeln II und III enthalten die Zeichnungen der *ältern* Kleinkaliberpatronen, deren Ladung aus gekörntem oder komprimirtem Schwarzpulver besteht, ferner das Hebler'sche Zugprofil, sammt allen nöthigen Maassen.

Auf den Tafeln IV und V findet man die Zeichnungen der *neuern* Kleinkaliberpatronen, d. h. derjenigen, in welchen die Ladung aus rauchlosem Pulver besteht. Auf Tafel 5 ist endlich noch der Uebergangs-Conus des Heblergewehres, für Verwendung *ungefetteter* Munition, enthalten.

Was nun noch die Anordnung des Stoffes betrifft, aus welchem der dritte Theil meines Buches besteht, so ist dieselbe aus dem Inhaltsverzeichniss ersichtlich, und ich füge hier noch Folgendes bei:

Da dieser dritte Theil meines Buches dazu bestimmt ist, ein deutliches klares Bild der Entwicklung des kleinsten Kalibers zu geben, vom Erscheinen meines Werkes (erster und zweiter Theil) bis zur Herausgabe des dritten Theils meines Buches, also von 1886 bis 1891, so konnte ich nicht umhin, einige s. Z. erschienene Zeitungsartikel aufzunehmen, welche den Entwicklungsgang des kleinsten Kalibers besonders deutlich kennzeichnen, indem sie einige Fragen behandeln, über die sich gelegentlich ein grosser Streit erhoben hat.

Vor Allem lasse ich in Kapitel 2 den Bericht folgen, welchen Herr Major Dr. Bovet über seine offiziellen Schiessversuche mit dem Vetterli-, Rubin- und Heblergewehr, in Form eines Broschürens,

herausgegeben hat, und welches damals auch in der Allgemeinen Schweiz. Militärzeitung, sowie in andern Blättern, im ganzen Umfang, oder im Auszug reproduziert worden ist. Dieser Bericht über die Schiessversuche des Herrn Major Bovet kennzeichnet am deutlichsten den enormen Unterschied, welcher zwischen Kupfermantel- und Stahlmantelgeschoss besteht, sowohl bezüglich Durchschlagskraft, als auch hauptsächlich in Rücksicht auf die mehr oder weniger humane Art der Verwundungen. Diesen Bericht schicke ich daher den andern Kapiteln voraus, damit man sich vor Allem über die ausserordentlichen Vorzüge des Stahlmantelgeschosses orientiren kann.

Dann folgen in den Kapiteln 3, 4, 5 einige Aufsätze, die ich in Form von Zeitungsartikeln s. Z. erscheinen liess, und welche sich hauptsächlich auf die Schweizerische Neubewaffung und deren Mängel beziehen.

Kapitel 6 reproduziert einen Artikel, der von Herrn Ingenieur Studer, Schweizerischer Art.-Hauptmann, herrührt, und der denselben Gegenstand behandelt.

Alle folgenden Kapitel (7 bis 23) enthalten Abhandlungen über wissenschaftliche Fragen von praktischer Bedeutung, oder Aufstellung neuer Formeln, etc. etc., und bilden den hauptsächlichsten Inhalt des dritten Theils meines Buches.

Einige dieser Abhandlungen liess ich s. Z. in der Allgemeinen Schweiz. Militärzeitung erscheinen, und mehreren derselben wurde bereits die Ehre zu Theil, in andere Sprachen (Französisch, Russisch, Holländisch, Spanisch, etc.) übersetzt zu werden.

c) Humbug im Waffenfache.

Es mag hier wohl am Orte sein, noch auf einige Vorkommnisse aufmerksam zu machen, welche sich, während der allmählichen Entwicklung der Kleinkaliberfrage, mehrmals in sehr unangenehmer Weise bemerkbar gemacht haben. Die in dieser Richtung angestellten *ernsten* Forschungen, und die gelegentlichen Mittheilungen hierüber, in Zeitungen, Broschüren, etc., wurden nämlich mehrmals in sehr unangenehmer Weise unterbrochen und gestört durch eigentliche *Humbug-Artikel*, welche ganz dazu angethan waren, die Begriffe des Publikums und aller ungebildeten Fachleute vollständig in Verwirrung zu bringen, und bei diesen, sowie bei allen Nichttechnikern, die irrige Meinung aufkommen

zu lassen, es sei nun mit allen bisherigen Errungenschaften, welche die Kleinkaliberfrage der *ernsten* Forschung verdankt, nichts mehr, und es seien bereits Waffen erfunden, welche alles das weit hinter sich lassen. —

Solche Zeitungsartikel sind z. B.:

„*Le Fusil à Trajectoire Rectiligne*“ (France Militaire, vom 2. Juni 1886).

Der Verfasser dieses Artikels gibt vor, es sei ein Geschoss erfunden worden, dessen Flugbahn eine *gerade Linie* sei, — das also keinen Bogen mehr beschreibe, — und bei dessen Verwendung man folglich kein Visir mehr anzuwenden brauche.

„*Le Boulet Rétrograde*“ (Figaro, vom 2. Oktober 1889).

Der Herausgeber dieses Artikels behauptet, es sei gelungen, ein Projektil zu konstruiren, welches, nachdem es den höchsten Punkt seiner Bahn überschritten, wieder eine *rückkehrende Bewegung* antrete, derart, dass z. B. feindliche Mannschaften, deren Beschiessung in gewöhnlicher Weise, wegen einer Deckung, unmöglich sei, *von hinten* beschossen werden können.

„*Das Giffard-Gewehr*“ (Wiener Tagblatt, vom 10. November 1889, und auch in andern Zeitungen).

Das *Giffard-Gewehr* ist nämlich eine Art *Windbüchse*, bei welcher aber nicht komprimirte Luft, sondern ein durch Druck flüssig gemachtes Gas, das Treibmittel bildet, indem beim Schusse ein Theil desselben aus dem Behälter austritt, und nun, durch Rückkehr in den luftförmigen Zustand, das Geschoss aus dem Laufe treibt. — Bei *offiziellen* Versuchen in *Belgien* (im Sommer 1890) hat sich jedoch herausgestellt, dass die Wirkung des Giffard-Gewehres noch weit unter derjenigen einer guten Windbüchse steht (Durchlagskraft des Giffard-Gewehres, auf 10 Meter Distanz, kaum 1,5 Centimeter weiches Holz, was beim gewöhnlichen kleinkalibrigen Infanteriegeschoss etwa einer Anfangsgeschwindigkeit von 70 Metern entspricht), so dass es wohl als *Salonwaffe* oder als *Spielzeug*, aber nicht als Jagdgewehr, geschweige denn als Militärgewehr, Verwerthung finden kann. —

Es ist wirklich bemühend, zu sehen, wie das Publikum und alle diejenigen, welche *keine gebildeten* Techniker sind, durch solchen von *Ignoranten* oder *Schwindlern* herrührenden *Humbug* irregeleitet werden, und wie dadurch die *wirklichen* Errungenschaften und Fortschritte zeitweise in den Hintergrund gedrängt und diskreditirt werden können.

Auch über das „*Wolfram-Geschoss*“ sei mir noch gestattet, hier einige Bemerkungen zu machen. Ich setze dabei das über diesen Gegenstand handelnde Broschürchen von Oberst U. Wille als bekannt voraus.

Der Erfinder des Wolfram-Geschosses, *Herr Major Mieg*, schlägt für ein Kaliber von 7,57 mm ein Kupfermantelgeschoss vor, Wolfram statt Hartblei enthaltend, von 33 mm Länge, zylindrischer Form, von 7,5 mm Durchmesser, abgerundeter Spitze, und 19,3 gr Gewicht. Der Durchmesser des zylindrischen Geschosstheils ist also gleich dem Durchmesser des *normalen* Laufes, zwischen den Feldern, resp. eine Kleinigkeit geringer, *damit das durchaus starre, und sich durch die Pulvergase nicht im Geringsten stauchende Geschoss, auch aus den engsten Gewehrläufen* (noch etwas enger als der normale Lauf) *geschossen werden kann*. Fünf Millimeter vom hintern Ende des Geschosses befindet sich eine aus dem Kupfermantel herausgepresste Wulst von 0,8 mm Breite, in welche sich die Felder einschneiden: dieser Führungsring hat also ganz allein die Führung des Geschosses in den Zügen zu bewerkstelligen. Der Durchmesser dieser Wulst, oder dieses Führungsringes, beträgt 7,8 mm, ist also gleich dem Durchmesser des *normalen* Laufes in den Zügen.

Bei Verwendung des *normalen* Laufes mag ein solches Geschoss ganz gute Resultate liefern.

Schiesst man jedoch ein solches Projektil, *das sich*, wie schon bemerkt wurde, *durch den Druck der Pulvergase nicht im Geringsten staucht*, aus einem (durch Putzen, Frischen, Schmirgeln) *erweiterten* Laufe, — mit welchem Fall man es meistens zu thun haben wird, beim Massengebrauch der Gewehre, — so ist klar, dass das Geschoss dann nicht mehr zwischen die Felder passen kann, sondern dass es im Laufe *schlottern* wird, und dass es deshalb, beim Verlassen des Laufes, schwanken oder gar sich überschlagen muss. Dazu kommt auch noch, dass der Führungsring, der beim normalen Laufe einen hermetischen Abschluss bewirkt, indem er die Züge vollständig ausfüllt, jetzt, im erweiterten Laufe, dieselben nicht mehr auszufüllen vermag, und dass, infolge dessen, kein Abschluss des Geschosses im Laufe mehr stattfindet, und die Pulvergase zwischen den Laufwänden und dem Geschoss hindurchgehen. Dieser letztere Umstand, für sich allein, würde schon genügen, das Geschoss, beim Verlassen der Mündung, in's Schwanken

oder gar zum Ueberschlagen zu bringen! — Dieser Uebelstand könnte zwar dadurch beseitigt werden, dass man dem Führungsring einen so grossen Durchmesser geben würde, dass er, auch bei dem auf die äusserste zulässige Toleranz erweiterten Laufe, noch dessen Durchmesser in den Zügen hätte. Allerdings würde dann, bei einer Führungswulst von solchem Durchmesser, — deren praktische Herstellung übrigens äusserst schwierig wäre, — die Pression des Geschosses im Laufe eine ganz enorme werden, bei Benutzung *normaler* Läufe, und die Anfangsgeschwindigkeit, infolge dessen, weit heruntergehen, sowie der maximale Gasdruck sich bedeutend steigern. Aus diesen Gründen verbietet sich die Anwendung einer Führungswulst von so grossem Durchmesser schon ganz von selbst. — Der andere Uebelstand (Schlottern des Geschosses im erweiterten Laufe) ist hingegen durchaus *nicht* zu vermeiden, weil das absolut starre Geschoss durchaus *selbst zwischen die Felder des engsten Laufes* (noch etwas enger als der normale) *passen muss*. Würde man dennoch den Durchmesser des Geschosskörpers grösser machen, z. B. so gross, dass das Geschoss, beim *erweiterten* Laufe, zwischen die Felder passt, also in einem solchen *erweiterten* Laufe nicht schlottert, so müsste dann aber, beim Eintritt in die Züge des *normalen* Laufes, da sich die Felder nicht in den unzusammendrückbaren Geschosskörper einzupressen vermögen, — das Geschoss daher am Eintreten in den Lauf gehindert wird, — unfehlbar eine Explosion entstehen, weil das zu dicke und durchaus starre Geschoss nicht in den für dasselbe zu engen Lauf eintreten könnte. Der Durchmesser des zylindrischen Geschosstheils darf deshalb unbedingt nicht grösser sein, als das Kaliber des allerengsten Laufes beträgt. — Wir sehen hieraus klar, dass es, bei Verwendung des Wolfram-Geschosses, im erweiterten Laufe, unmöglich ist, das Schlottern im Laufe zu verhindern; das Geschoss muss daher unfehlbar, beim Verlassen des Laufes, schwanken, oder sich sogar überschlagen, und die Verwendbarkeit eines solchen Projektils fällt daher selbstredend ganz ausser Betracht. Es würde ferner bei 7,5 mm Kaliber, und 19,3 gr Geschossgewicht, die *Gesamtleistungsfähigkeit*, oder, kurz gesagt, die „*Güte*“ des betreffenden Gewehr- und Munitionssystems *sehr bedeutend heruntersinken*, da ja das richtige Geschossgewicht, für das 7,5 mm Kaliber, 13,1 gr beträgt. Ferner ist die Verwendung eines Kupfermantels, wegen der grossen Uebelstände, die derselbe mit sich bringt,

ganz ausgeschlossen. Der ungeheuer hohe Preis des Wolframs müsste übrigens die Verwendung solcher Geschosse so wie so unmöglich machen, selbst wenn dem Wolfram-Geschoss kein einziger Uebelstand anhaften würde. Es ergibt sich somit, dass sich zwar das von Major Mieg vorgeschlagene *Wolfram-Geschoss*, aus *normalem* Laufe geschossen, zu *Schiessversuchen*, hauptsächlich bezüglich Durchschlagskraft, ganz gut eignet, — dass es jedoch zur *praktischen Verwendung* — d. h. wenn die grosse Mehrzahl der Gewehrläufe erweitert, viele derselben sogar bis zur äussersten erlaubten Grenze erweitert sind, — *durchaus untauglich ist!* — —

Hoffen wir also, dass „*Le Fusil à Trajectoire Rectiligne*“, „*Le Boulet Rétrograde*“, ferner „*Das Giffard-Gewehr*“, und „*Das Wolfram-Geschoss*“ endlich aufhören mögen, in den Zeitungen herumzuspucken, und das Urtheil des Publikums auf falsche Bahn zu lenken! — —

Ich konnte nicht umhin, über diese vier groben Verirrungen, in technischer Beziehung, einige Bemerkungen zu machen, und schliesse nun diesen Abschnitt, indem ich noch kurz angebe, wie ein *Gewehr- und Munitionssystem* von höchster Leistungsfähigkeit beschaffen sein muss, um allen jetzigen Anforderungen vollkommen zu genügen.

d) Wie ein *Gewehr- und Munitionssystem* ersten Ranges beschaffen sein muss.

Es ist dies hauptsächlich für diejenigen Staaten von Bedeutung, welche sich über ihre Neubewaffnung noch nicht entschieden haben, die jedoch gewiss bestrebt sein werden, eine *Bewaffnung ersten Ranges* zu erhalten, was bei den 6 oder 7 Staaten, die bereits eine Neubewaffnung besitzen, leider nicht der Fall ist.

Ein *Gewehr- und Munitionssystem* ersten Ranges muss folgendermaassen beschaffen sein:

1. *Kaliber 7,5 mm.*
2. *Vernickeltes Stahlmantelgeschoss* von 13,0 bis 13,2 gr Gewicht. (*Heblergeschoss.*)
3. *Hebler'sches Zugsystem.* (4 Züge; ca. 24 cm. Drall.)
4. *Schlanke randlose Patrone* von ca. 11,4 mm. Durchmesser, mit 2 Zündlöchern, und ca. $3\frac{1}{4}$ Kubikcentimeter Pulverraum. (*Neueste Hebler-Patrone M. 90.*)

5. *Rauchloses Pulver.* (Rundes Kornpulver, nicht homogen, mit polirter, langsam verbrennlicher Oberfläche.) (*K. H. P.*)
6. *Ganze Füllung der Hülse.*
7. *Repetirgewehr mit Zylinder - oder Kolbenverschluss und Paketladung.* (Gewicht 3,8 bis 4,0 kg.)
8. *Magazin für ca. 8 Patronen.*
9. *Kein vorspringender Kropf am Gewehr, der das Tragen desselben erschwert.*
10. *Drehverschluss.* (Kein Gradzug.)
11. *Laufmantel, oder irgend eine demselben Zweck dienende Einrichtung.* (Jedoch nur dann anwendbar, und von Vorthail, wenn sich der Lauf frei ausdehnen und frei schwingen, sowie auf seiner ganzen Länge gleichmässig und ungehindert abkühlen kann, so dass eine übermässige Erhitzung desselben, sowie des Laufmantels, nie eintritt, und ein Anfassen des Gewehres, auch nach längerem Schnellfeuer, noch möglich ist.)
12. *Keine Magazinsperre mehr.* (Dadurch vermeidet man eine — infolge der raschen Füllbarkeit des Magazins jetzt überflüssig gewordene — Verkomplizirung des Gewehres und der Bedienung desselben, erzielt zugleich eine Vereinfachung, betreffend die Verpackungsweise der Munition, weil nun ein Mitführen einzelner Patronen — in besonderer Verpackung — unnöthig wird, da jetzt sämtliche Patronen in Patronenhaltern, zum bequemen und raschen Füllen des Magazins eingerichtet, untergebracht werden können.)

(Schulhof-
gewehr.)

2. Einiges über Wirkung kleinkalibriger Handfeuerwaffen, insbesondere des Hebler - Gewehrs Modell 1887.*)

Von Dr. Bovet, Major der Sanitätstruppen in Monthey.

In dem diesjährigen Operations-Wiederholungskurse für Militärärzte in Zürich und Genf nahmen wir bei Anlass der Theorien über Kenntniss der Waffen und Wirkung der Geschosse zur besseren Veranschaulichung der Lehren von Busch, Socin, Kocher, von Beck, Reger und Anderen, einige Schiessversuche vor, die auch den Zweck verfolgten, die schönen Experimente von Professor Dr. Reverdin und Oberstlieutenant Dr. Bircher mit dem kleinkalibrigen Gewehre von Rubin und Hebler zu vervollständigen.

Wir wussten, dass Professor Hebler in Zürich seit etwa zwei Monaten an seinem Gewehre wichtige Verbesserungen angebracht hatte, die die schon so merkwürdige Wirkung dieser Waffe noch steigern sollten, und waren begierig, mit diesem allerneuesten Modelle auch zu experimentiren. Diesem Wunsche entsprechend, stellte uns Herr Professor Hebler ein Gewehr mit Munition für beide Kurse zur Verfügung.

Ein Vetterli- und ein Rubingewehr 7,5 mm sammt den nöthigen Patronen mit ganzer und gebrochener Ladung und verschiedenen Geschossen bezogen wir von der eidgenössischen Munitionsfabrik, auf gütige Anordnung des Herrn Oberfeldarztes Dr. Ziegler, welchem wir auch die Bewilligung der nöthigen Kredite verdanken.

Während wir uns über die genug bekannten Vetterli- und Rubingewehre jeder Beschreibung enthalten, halten wir einige Worte über die diesjährige Heblerwaffe für nöthig.

Das Heblergewehr wird gewöhnlich mit Vetterliverschluss konstruirt, Kaliber 7,55 mm, 6 Züge, Durchmesser in den Zügen 7,8 mm, Zugtiefe 0,125 mm, Dralllänge 28 cm; die 0,8 mm breiten Felder gehen abgeschrägt und ausgerundet in die 3,2 mm breiten konzentrischen Züge über. Das Geschoss aus Hartblei (97 Blei, 3 Antimon) mit Expansionshöhlung ist mit einem unverlötheten Stahlmantel versehen, dessen unterer Rand umgebördelt ist; das 30 mm lange, 14 gr schwere Geschoss ist

*) Aus dem „Correspondenz-Blatt für schweizerische Aerzte“, Jahrgang 1887.

an der Basis zylindrisch und 8 mm, in der Mitte konisch und 7,7 mm dick, sein ogivaler Kopf hat eine abgebrochene Spitze. Die fertige Patrone mit Metallhülse und Zentralzündung enthält eine Ladung von 4 gr nach eigener Methode komprimierten feinkörnigen Pulvers, ist 74,4 mm lang und wiegt 25,2 gr. Während 80 Mauserpatronen 3,44 kg wiegen, kommen auf dasselbe Gewicht 112 Vetterli-, 116 Rubin-, 136 Hebler-Patronen. Die Anfangsgeschwindigkeit beträgt 607 m (diese ist bei Vetterli 435 m, Mauser 11 mm 459 m, Mauser 9 mm 558 m, Rubin 7,5 mm 563 m). Ein durch die neue Art der Ladung erzielter Fortschritt ist ein regelmässiges und nicht zu plötzliches Verbrennen derselben, so dass der im Patronenlager entstandene Gasdruck 2000 Atmosphären nicht übersteigt und das Herausziehen der leeren Hülsen keine Schwierigkeit bietet.

Seit der Einführung seines neuen Modells braucht Professor Hebler keine Compound-Geschosse (mit verlöthetem Mantel) aus der Lorenz'schen Fabrik in Karlsruhe mehr und bezieht seine Projektile aus dem Roth'schen Etablissement in Wien.

Es würde uns hier zu weit führen, wollten wir die zahlreichen Versuche schildern, die wir mit den drei angegebenen Waffen, ausserdem noch, zum Vergleiche, mit Ordonnanz-Revolvern und Remington-Karabinern auf menschliche Leichen, auf ganze Kadaver von Thieren oder Theile von solchen, auf Eisenplatten, Holz, Thonerde-Blöcke, Blechbüchsen mit verschiedener Füllung, elastische Platten, Blasen u. s. w., auf verschiedene Distanzen vornahmen; wir beschränken uns darauf, einige Beispiele, die spezieller die Wirkung unserer drei Waffen in vergleichender Weise veranschaulichen, in Form von Tafeln anzugeben. Durchschlagskraft, Deformation der Projektile, Art der Zerstörung, Explosivwirkung bei den verschiedenen Waffen sind daraus ersichtlich.

Bei allen nun folgenden Schiessversuchen betrug die *Schussdistanz* stets 10 m, d. h. die Laufmündung befand sich stets in einem Abstand von 10 m vom Zielobjekt.

Waffe.	Geschoss.	Versuchsobjekt.
Revolver Remington Vetterli	Hart-Blei " "	 8 hinter einander aufgestellte, gut aneinander befestigte Balkenstücke von festem, trocke- nem Tannenholz, quer auf die Fasern, 150 cm Gesamtdicke.
Rubin	Kupfermantel	
Hebler	Stahlmantel	
Revolver Remington Vetterli	Hart-Blei " "	 Fest gebundenes Ballot von Strohpapier, 120 cm Dicke.
Rubin Hebler	Kupfermantel Stahlmantel	
Remington Vetterli Rubin Hebler	Hart-Blei " Kupfermantel Stahlmantel	 Ballot von starkem grauem Packpapier, 60 cm Dicke.
Revolver Remington Vetterli	Hart-Blei " "	
Rubin	Blei	Eisenplatte, sogenanntes Riesenblech, 6 mm Dicke.
Rubin	Kupfermantel	
Hebler	Stahlmantel	

Schusskanal.	Deformation des Geschosses.
6 cm tief.	Wenig deformirt.
18—24 cm.	Wenig.
12—15 cm. Schusskanal unregelmässig und zerrissen.	Sehr deformirt, gestaucht.
32—35 cm. Anfangs regelmässig, später zerrissen.	Sehr gestaucht, Mantel zerrissen Substanzen-Verlust.
128—135 cm. Gerade und regelmässig, nicht eingebrannt.	Kugel ganz, Mantel intakt, $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser Zunahme am Kopf.
8—10 cm tief.	Wenig deform., etwas abgeschl.
15—20 cm.	Wenig gestaucht, die eine Seite abgeschliffen.
15—20 cm 2. Theil zerrissen.	Sehr gestaucht, die eine Seite stark abgeschliffen.
50—55 cm ziemlich regelmässig.	Etwas eingebogen, Mantel ganz.
Ganz durch (115 cm), seitwärts heraus. Kanal regelmässig, ein zweiter Schuss desgleichen nach 110 cm seitwärts heraus.	Nicht verändert, Mantel ganz.
10—15 cm tief, unregelmässig und zerrissen.	Form ganz verloren, zerhackt.
12—15 cm tief, unregelmässig und zerrissen.	Form ganz verloren, zerhackt.
30—33 cm, anfangs regelmässig, die zwei letzten Drittel zerrissen.	Mantel in Stücke, Kugel zerhackt.
Ganz durch (60 cm) gerade und regelmässig, nur die letzten weniger unterstützten Blätter etwas aufgerissen.	Die Kugel geht weiter und dringt noch tief in einen Balken ein. Sie wird verbogen, aber mit intaktem Kopfe aufgefunden. Kein Substanzen-Verlust.
Nicht perf., keine Impression. Sternförm. Fleck.	Zerstäubt.
Nicht perforirt, 2 mm tiefe Impression.	Bleibt kleiner Ueberrest.
Perforirt, 15 mm mit einem Ring abgestreiften Blei's versehener Einschuss. Aussch. 30 mm.	Sehr reduziert.
Einschuss 12 mm mit Bleiring. Ausschuss 25 mm.	Sehr reduziert.
Einschuss 18 mm, unregelmässig. Ausschuss 26 mm.	Sehr reduziert, Mantel verloren.
Einschuss regelmässiger, kein Blei an den Rändern, 12 mm. Ausschuss 22 mm.	Mantel aufgerissen, hängt noch an der Kugel.

Waffe.	Geschoss.	Versuchsobjekt.
Vetterli	Hart-Blei	
Rubin	Blei	
Rubin	Kupfermantel	Eisenplatte, Riesenblech, 10 mm Dicke.
Hebler	Stahlmantel	
Hebler	Stahlmantel	Menschliche Leiche, Kopf.
"	"	Menschliche Leiche, Kopf.
"	"	Frischer und ganzer Schafskopf.
"	"	Frischer und ganzer Kalbskopf.
"	"	Kadaver eines frisch getödteten Hundes.
Rubin	Kupfermantel	Menschliche Leiche, Kopf.
"	"	Frischer und ganzer Schafskopf.
"	"	Kadaver eines frisch getödteten Hundes.

Schusskanal.	Deformation des Geschosses.
Nicht perforirt, 3 mm tiefer Einbuck.	Kleine Ueberreste.
Perforirt.	Bei allen Perforationen der Blechplatten ist der Ausschuss grösser als der Einschuss, es sind Perforationen en escalier, wie sie öfters an den Schädelknochen beobachtet werden. Der Substanzverlust besteht aus einem mittleren, runden, etwas zugespitzten Stück, der die ganze Dicke der Platte einnimmt, und einer gewissen Anzahl konzentrisch um diesen weggerissenen Stücke, die nur die hintere Hälfte der Plattendicke interessiren. Das mittlere Stück wird geradeaus von der Kugel mitgerissen, die übrigen bilden einen Streuungskegel.
Perforirt.	
Perforirt.	

Die Kugel ist längs der Sagittalnaht vom obersten Theil der Stirne bis zum Hinterhaupt vorgedrungen und hat die Weichtheile 15 cm lang, den Knochen 10 cm lang zerstört.

$\frac{1}{2}$ cm breiter Einschuss im linken Augenwinkel, $\frac{2}{3}$ cm breiter Ausschuss Mitte des Occiput. Keine explodirende Wirkung.

Einschuss rund $\frac{1}{2}$ cm, mit nach innen gestülpten Rändern im Frontalis. Ausschuss am hintern Theil der Orbita ebenfalls klein und rund, vorderer Theil des Gehirns getroffen. Keine explodirende Wirkung.

Quer durch den Schädel, Ein- und Ausschuss rund und klein. Keine explodirende Wirkung.

Drei Schüsse in den untern Extremitäten und Becken. Ein- und Ausschuss klein und rund. Keine explodirende Wirkung.

Einschuss im Frontalis klein. Ausschuss im Occipitalis zerrissen, Defekt am Knochen 10 cm, Hautwunde 11 cm.

Einschuss der Haut rund $\frac{2}{3}$ cm. Ausschuss sehr zerrissen. Splitterfraktur, Periost weit abgelöst, zwei Fragmente von Blei zwischen Knochen und Periost.

Einschuss in den linken Oberschenkel, etwas grösser als das Geschoss, rund. Ausschuss zerrissen und grösser, Splitterfraktur, Substanzverlust.

Um die Superiorität des Hebler-Roth'schen Stahlmantel-Geschosses und das grosse Penetrationsvermögen des Heblergewehres in noch eklatanterer Weise zu demonstrieren, hatten wir die Idee, ähnliche Versuche anzustellen, wie sie Oberst Henrard mit dem 11-mm-Albini vorgenommen hatte.

Wir liessen uns zu diesem Zwecke 4 gleiche, 1 m lange, 50 cm hohe und 50 cm breite Blöcke aus gut gekneteter Hafnererde herichten. Diese sehr resistente und absolut homogene Masse erschien uns am geeignetsten für vergleichende Versuche.

Es wurde auf Block I mit Vetterli, auf Block II mit Rubin Bleikugel, auf Block III mit Rubin Kupfermantel und auf Block IV mit Hebler Stahlmantel auf 15 m mit voller Ladung 1 Schuss abgefeuert und zwar immer genau in der Mitte der Stirnseite und in der Längsachse des Blockes.

Die Vetterlikugel dringt in die Masse 50 cm tief, wird stark, aber regelmässig und ohne Substanzverlust (en champignon) gestaucht und mit nach oben gedrehtem Kopfe Ende des Bleisackes aufgefunden. Der 17 cm breite Einschuss zeigte stark (9 cm) nach aussen gestülpte Ränder. Der Schusskanal erreicht in einer Entfernung von 12 cm vom Einschuss seinen grössten Durchmesser von 18 cm. Der letzte Theil des Kanals ist nach rechts in einem Winkel von 45° abgebogen.

Die Rubin-Bleikugel dringt 38 cm tief ein, wird vollständig und unregelmässig gestaucht und zerrissen aufgefunden, in ihrer Nähe ein grösseres Fragment Blei. Der Einschuss ist 15 cm breit mit 6 cm nach aussen gestülpten Rändern. Der Schusskanal zeigt 14 cm weit vom Einschuss den grössten Durchmesser von 21 cm. Keine Ablenkung des Kanals.

Die Rubin-Kupfermantelkugel dringt nur 31 cm tief, wird ganz gestaucht mit zerrissenem und zerstückeltem Mantel aufgefunden, in ihrer Nähe mehrere Fragmente von Blei und vom Mantel. Der Einschuss mit unregelmässigen, zerrissenen und 9 cm nach aussen gestülpten Rändern misst 17 cm im vertikalen und 14 cm im horizontalen Durchmesser. Der grösste Durchmesser des Schusskanals misst 20,5 cm in einer Entfernung von 19 cm vom Einschuss. Der letzte Theil des Schusskanals ist leicht nach rechts deviirt. Beim Auftreffen des Geschosses bemerkt man $\frac{1}{2}$ faustgrosse Fetzen der Thonerdemasse, die 8 m weit gegen den Schützen zurückgeschleudert werden.

Die Hebler-Stahlmantelkugel dringt 90 cm tief, die minime Deformation, die diese erlitten, besteht in einer leichten Inkurvatur und $\frac{1}{2}$ mm starker Schwellung des Kopfes, die Spitze ist etwa $\frac{1}{2}$ mm deprimirt, der Mantel ganz, ohne Riss, ebenfalls kein Verlust am Kern. Der Einschuss zählt 7 cm im vertikalen, 5 cm im horizontalen Durchmesser. Der Schusskanal ist sanduhrförmig, dessen 28 cm langer und 12 cm breiter ersterer Theil vom 68 cm langen und 12 cm breiten zweiten Theil durch ein 5 cm breites Etranglement abgegrenzt ist; der zweite Theil ist nach links deviirt.

Gleich nach dem Schiessen wurden die Oeffnungen gemessen, die Blöcke sorgfältig aufgeschnitten, die Schusskanäle abgezeichnet und gemessen, die Geschosse aufbewahrt.

Eine durch flach auftreffende Kugel verursachte Verletzung an der Leiche wollen wir der Seltenheit wegen noch hier angeben. Eine auf Papierballots abgefeuerte Heblerkugel flog, nachdem sie 110 cm tief durch diesen durchgedrungen war, seitwärts hinaus: von den unzähligen Papierschichten abgelenkt, aber nicht deformirt, traf sie eine daneben und etwas weiter hinten aufgestellte Leiche flach an die rechte Tibia, wie es die 3 cm lange und 7—8 mm breite und der Form der Kugel genau entsprechende Perforation in der unmittelbar davor an Stelle des Sargdeckels aufgenagelten Papierscheibe bewies. Die durch diese schon stark abgeschwächte Kugel verursachte Zerstörung war eine ziemlich beträchtliche. Einschuss in der Haut zerrissen 4—5 cm, Aponeurose 3—4 cm weit aufgerissen, Zerreissung der Muskulatur, ausgiebige Splitterfraktur, Splitter im breiten Ausschusse.

Die Schlüsse, die wir unter andern aus diesen Experimenten ziehen können, sind folgende:

Die Heblerkugel zeigt ein ungeheures Widerstandsvermögen; da wo das Vetterli-Hartblei- und das Rubin-Kupfermantel-Geschoss gestaucht, ja zerrissen oder zerhackt aufgefunden werden, ist das Hebler-Stahlmantelprojektil fast intakt geblieben und mit ganzem Mantel. Die Festigkeit des allerdings an dem Schnitte weichen, aber doch sehr zähen Stahlmantels ist genügend, um in allen Fällen den festesten Geweben des menschlichen Körpers Widerstand leisten zu können. Der Zusammenhang zwischen Kern und Mantel ist genügend, so dass sich diese nicht verlassen. Das Lorenz'sche Verfahren (Verlöthen und Verschmelzen von Kern und Mantel) ist zur Erreichung dieses Zusammen-

hanges nicht nöthig, das Roth'sche System der Kugelfabrikation (Um-bördeln des unteren Mantelrandes) entspricht dem Zwecke.

Die Konsequenzen der bedeutenden lebendigen Kraft und Festigkeit sind eine grössere Lokalwirkung, ein besseres Durchdringen, dagegen eine geringere Seitenwirkung des Heblergewehres. Dieses dringt in der That je nach dem Milieu 2—5 Mal tiefer als das Vetterli-, 2—3 Mal tiefer als das Rubin-Kupfermantel-Geschoss; es bildet reinere Defekte, schwächere Explosivwirkung auf kurze, weniger Splitterung auf grössere Distanz.

Es ist nicht unsere Absicht, das Rubingewehr, welches ja z. B. was Treffsicherheit anbelangt, so ausgezeichnete Eigenschaften besitzt, prinzipiell und absolut in den Hintergrund zu stossen; wir sind der Wahrheit schuldig, dass das Rubin-Projektil nur bei bedeutendem Widerstand oder auf kleinere Distanzen, d. h. bei grosser Geschwindigkeit, sich stark deformirt und zerreisst. Diese Gefahr starker Deformation kommt für den Kombattanten also nur in Betracht, wenn auf kleinere Distanz gefeuert wird oder auf weitere Distanz ein starker Knochen getroffen wird.

Unsere diesbezüglichen Versuche mit gebrochenen Ladungen stimmen mit denen von Herrn Oberstlieutenant Dr. Bircher und Herrn Professor Reverdin überein.

Nichts destoweniger kann, wegen den weiter oben angegebenen Gründen, das Heblergewehr, wie es heute ist, als die humanste und wegen seiner gespannten Flugbahn, seiner grossen Tragweite und seiner ungeheuren Durchschlagskraft dagegen als die mächtigste Handfeuerwaffe unserer Zeit bezeichnet werden.

Vom neuen französischen Lebel-8mm-Gewehr, für welches eine Kugel mit aus silberweissem Metall konstruirtem Mantel verwendet wird und dessen ebenfalls überraschende Wirkung hauptsächlich von der Ladung herzurühren scheint, die nicht aus Schiesspulver, sondern aus einem andern Explosivstoffe besteht, müssen wir abstrahiren. Es werden die Resultate der schon vielfach vorgenommenen Schiessversuche, die Konstruktion des Gewehres und die Beschaffenheit der Ladung von der französischen Regierung etwas geheim gehalten, so dass die diesbezüglichen Angaben nicht absolut zuverlässig sind. Eine Kugel war das Einzige, was wir zu Gesicht bekamen, doch glauben wir mit etwas

Sicherheit angeben zu können, dass das Widerstandsvermögen des Mantels das des Hebler-Stahlmantels bei weitem nicht erreicht.

Wir ergreifen die uns gebotene Gelegenheit, Herrn Professor Hebler, sowie auch den Herren Professoren Krönlein und Reverdin, die uns bei den Versuchen durch ihre Anwesenheit beehrten und uns mit Rath und That zur Seite standen, unsern wärmsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. Riedtmann in Basel und Herrn Dr. Wyss in Genf sind wir für ihre Mitwirkung beim Protokolliren zum Danke verpflichtet.

3. Einiges über die schweizerische Neubewaffnung und über diejenige der andern Staaten.

Vor Kurzem hat sich die Schweiz entschlossen, ein neues, klein-kalibriges Repetirgewehr von 7,5 mm Kaliber einzuführen. — Der adoptirte Repetirmechanismus (Gradzug) ist derjenige des Herrn Oberst *Schmidt*, Direktor der eidgenössischen Waffenfabrik in Bern. — Es wurde auch eine mittelgrosse, randlose Patrone adoptirt, und ein rauchloses in der Schweiz fabrizirtes Pulver, welches dem 14 gr schweren Geschoss eine Geschwindigkeit von $v_{25} = 570$ bis 580 m ertheilt, bei einem Gasdruck von 2200 Atmosphären. Dabei ist aber, damit der Gasdruck nicht zu hoch werde, die Hülse nur zum Theil mit Pulver gefüllt, was, meiner Ansicht nach, ganz unzulässig ist.

Ueber das Geschoss (ob Kupfermantel oder Stahlmantel) und über das Zugsystem (ob das gewöhnliche oder das von Hebler) ist noch nicht definitiv entschieden.

Man scheint jedoch geneigt zu sein, das bisher verwendete, theure*), wenig wirksame, bezüglich Humanität völkerrechtswidrige und deshalb auch überall mit Recht verpönte Kupfermantelgeschoss endlich aufzugeben und zum Stahlmantelprojektil überzugehen, das billiger ist, grössere Durchschlagskraft und möglichst humane Wirkung hat.

*) Für die Schweiz entsteht, wenn Kupfermantel statt Stahlmantel angenommen wird, eine alljährliche Mehrausgabe von etwa 110,000 Fr.

Man würde jedoch gern das bisher verwendete Zugsystem (3 Züge; Felder und Züge gleich breit; eckige Züge; Zugtiefe 0,10 mm) beibehalten. Dieses Zugsystem ist, wie man aus obigen Angaben ersieht, nichts Anderes als das gewöhnliche bis jetzt fast überall gebrauchte Zugsystem; ganz genau identisch ist dasselbe mit demjenigen des schweizerischen Peabody-Gewehres; dasselbe hat auch 3 Züge.

Herr Major Rubin hat dieses Zugsystem bisher gebraucht und es ist dasselbe deshalb oft irrthümlich das „Rubin'sche Zugsystem“ genannt worden; es ist jedoch, wie wir sehen, einfach das ganz gewöhnliche bis jetzt fast überall angewandte Zugsystem, speziell dasjenige des schweizerischen Peabody-Gewehres. In der Anzahl der Züge, sowie in der grössern oder geringern Tiefe derselben liegt überhaupt kein principieller Unterschied. Trotzdem nennt man es bei jeder Gelegenheit, ja sogar in der „Allgemeinen schweizerischen Militärzeitung“, das „Zugsystem von Rubin“ und wünscht dasselbe, wenn nur irgend möglich, beizubehalten, — damit doch auch wenigstens etwas von Rubin Herührendes an der schweizerischen Neubewaffnung sei.

Aehnlich verhält es sich auch mit dem Kupfermantelgeschoss; der Erfinder desselben ist bekanntlich der deutsche Major Bode. — Es liegt durchaus nicht etwa in meiner Absicht, die Leistungen und Verdienste des Herrn Rubin herabsetzen oder schmälern zu wollen; — ich will hier nur, um der Wahrheit die Ehre zu geben, ganz speziell darauf hinweisen, dass, wenn auch in der Schweiz das Kupfermantelgeschoss und das sogenannte „Rubin'sche Zugsystem“ angenommen würde, — doch faktisch gar nichts an der schweizerischen Neubewaffnung wäre, was mit Recht als Erfindung des Herrn Rubin bezeichnet werden könnte.

Ferner will ich bemerken, dass mein Zugsystem (4 Züge; Felder halb so breit wie die Züge; Felder abgeschrägt und ausgerundet in die konzentrischen Züge übergehend; Zugtiefe 0,15 mm), wie ich es jetzt und schon seit längerer Zeit verwende, wenigstens ebenso „einfach“ und praktisch ist, wie das sogenannte „Rubin'sche Zugsystem“, und dass überdies das meinige leichter hergestellt werden kann, als eines mit ungerader Zugzahl. Mein Zugsystem ist bereits in Oesterreich angenommen und wird auch von Nagant, Mannlicher, Schulhof etc., sowie beim Portugiesischen Kropatschek-Gewehr verwendet, — überhaupt immer beim Stahlmantelgeschoss. — Mein Zugsystem ist ganz

speziell für das Stahlmantelgeschoss konstruirt, zur sichern Erreichung eines gasdichten Abschlusses des Geschosses im Laufe, sowohl bei gefetteter, als auch bei ungefetteter Munition, und ist ganz unentbehrlich, sobald das Stahlmantelgeschoss angewandt wird. — Mit den neuen, rauchlosen Pulversorten wird überall nur noch ungefettet geschossen (die Schweiz ausgenommen), und dann ist, bei Verwendung des Stahlmantelgeschosses, mein Zugsystem — für den gasdichten Abschluss im Laufe — womöglich noch unentbehrlicher, als wenn man gefettet schiesst.

Es lässt sich daher erwarten, dass die Schweiz für ihre Neubewaffnung nicht nur *mein Stahlmantelgeschoss*, sondern nothwendig auch mein Zugsystem adoptiren wird und muss, wenn sie überhaupt auf eine Bewaffnung ersten Ranges Anspruch zu erheben wünscht, was aber allerdings leider — durch die nur theilweise Füllung der Hülse — schon sehr in Frage gestellt erscheint. Die Hülse ist daher auch — weil nur theilweise gefüllt — grösser und schwerer als nöthwendig, und auch das Geschoss ist für 7,5 mm Kaliber zu schwer mit 14,0 gr Gewicht. — Bei etwas leichterm Geschoss hätte man eine kleinere Hülse, mit ganzer Füllung, anwenden können, ohne zu grossen Gasdruck zu erhalten, und würde doch eine genügende Anfangsgeschwindigkeit erreicht haben. —

Zur Erreichung einer möglichst günstigen Leistung muss das Geschossgewicht betragen: Bei 8,0 mm Kaliber = 14,8 bis 15,0 gr; bei 7,5 mm Kaliber = 13,0 bis 13,2 gr.

Um zu zeigen, was in dieser Beziehung — also bei richtiger Konstruktion von Hülse, Geschoss, Uebergangskonus und Zugsystem — erreicht werden kann, will ich hier die mit meiner neuesten Munition und dem besten jetzt existirenden rauchlosen Pulver (wer der Erfinder desselben ist, und wo es erfunden wurde, muss jetzt noch Geheimniss bleiben) erhaltenen Resultate mittheilen: Volumen der Hülse (Raum, den das Pulver einnimmt) = 3,25 cm³. Ladung = 2,4 gr (Hülse ganz gefüllt). Geschossgewicht = 13,1 gr (vernickeltes Stahlmantelgeschoss). Gewicht der Hülse = 9,3 gr (mit dem Zündhütchen); dieselbe ist jetzt bedeutend stärker (Boden und Hülsenwand dicker), als bisher, und daher auch schwerer; vorher wog sie nur 7,2 gr Gewicht der fertigen Patrone = 9,3 + 13,1 + 2,4 = 24,8 gr. Grösster Durchmesser der Patrone = 11,4 mm, Länge der Patrone = 74 mm (rand-

lose Patrone). Diese Patrone ist die *kleinste* und *leichteste*, die existirt. Kaliber des Gewehres = 7,5 mm, 4 Züge; 24 cm Dralllänge. (Hebler'sches Zugsystem, mit Uebergangskonus für ungefettete Munition.)

Geschossgeschwindigkeit $v_{25} = 615$ m; maximaler Gasdruck = 1300 Atmosphären.*) Es wurde stets ungefettet geschossen.

Einiges über die Neubewaffnung anderer Staaten.

(Ich werde nun kurz die hauptsächlichsten Eigenschaften und Mängel der in andern Staaten bereits adoptirten Neubewaffnungen anführen.)

1. Frankreich. (Lebel.)

Magazin unter dem Lauf (veraltetes System); zeitraubendes Füllen desselben, und daher ganz untergeordnete Leistungen in der Feuer- geschwindigkeit. Patrone dick und schwer, mit vorstehendem Rand. (Veraltet.) Nickelmantelgeschoss; Durchschlagskraft geringer als bei Stahlmantel. Der Nickelmantel ist sehr theuer, und doch nicht viel besser als Kupfermantel. Kaliber des Gewehres zu gross (8,0 mm); daher Munition unnöthig schwer. Ladung = 2,7 gr rauchloses Pulver; Hülse nicht ganz gefüllt (unzulässig). Gewicht der fertigen Patrone = 29,1 gr. $v_{25} = 610$ m; Gasdruck = 2600 Atmosphären. (Unzulässig hoch für eine Patrone von 13,9 mm Durchmesser.)

Der zulässige maximale Gasdruck beträgt, nach allen bisherigen Erfahrungen:

Hülsendurchmesser in Millimetern	Zulässiger Gasdruck
13,9 bis 13,8 (Lebel: Port. Kropatschek)	1800 Atmosphären
12,5 (Mannlicher; neue Schweizerische und neue Deutsche Hülse)	2200 „
11,4 (Hebler)	2600 „

Man thut nicht gut, mit dem Gasdruck diese Grenzen zu überschreiten. Thut man dies dennoch, so entstehen bei anhaltendem Schiessen Auftreibungen des Patronenlagers und Stauchung der Stützflächen, welche den Bodendruck auszuhalten haben. Soviel bis jetzt

*) Der Gasdruck ist jedenfalls etwas zu niedrig angegeben, wahrscheinlich in Folge einer bei den Messungen vorgekommenen Irrung.

bekannt, sollen bereits bei vielen Lebel-Gewehren die Patronenlager aufgebaucht sein.

2. Oesterreich (Mannlicher).

Sehr komplizirter und subtiler Verschluss- und Repetirmechanismus; schwierig und zeitraubend auseinanderzunehmen und zusammenzusetzen. (Aeusserst unpraktische Konstruktion.) Stützfläche ungenügend, um den Bodendruck auszuhalten, und weit von der Achse entfernt. Patrone mittelgross, mit vorstehendem Rand. (Veraltet.) Feuergeschwindigkeit genügend — wenn keine Störungen eintreten, was jedoch sehr leicht vorkommt. — Stahlmantelgeschoss und Hebler'sches Zugsystem: Durchschlagskraft genügend, trotz der sehr geringen Anfangsgeschwindigkeit. Kaliber des Gewehres zu gross (8,0 mm); daher Munition unnöthig schwer. Die Ladung besteht aus 4,0 gr Schwarzpulver. (Für eine Neubewaffnung ganz unzulässig.) Gewicht der fertigen Patrone = 28,9 Gramm. $v_{25} = 512$ m; Gasdruck = 2300 Atmosphären. Bei der schon erwähnten sehr ungünstigen Konstruktion der Stützfläche, die den Bodendruck auszuhalten hat, ist dieser Gasdruck schon zu hoch bei andauernder Benutzung der Gewehre. Anfangsgeschwindigkeit zu klein; daher Flugbahn zu wenig rasant.

3. Deutschland.

Noch nicht Alles über die Neubewaffnung bekannt.

Der Lauf ist in einer Metallhülse (Laufmantel), mit Spielraum ringsherum eingeschlossen; dies ist eine bedeutende Komplikation, und diese Hülse wird überdies bei anhaltendem Schiessen doch bald so heiss, dass man sie nicht mehr anfassen kann, und der Lauf selber wird, da er ganz eingeschlossen ist und sich deshalb nicht abkühlen kann, fast glühend und die Züge können in diesem Fall abgenutzt (resp. ruinirt) werden. Auch erhält diese den Lauf einschliessende Hülse, weil sie des Gewichtes wegen dünn sein muss, sehr leicht Beulen; — ich halte diese Hülse (Laufmantel), in welche der Lauf eingeschlossen wird — wenn in oben angeführter fehlerhafter Weise konstruirt — für eine ganz bedeutende — Verschlimmbesserung. Keine Schiesskommission, die etwas versteht, wird das nachmachen. Randlose, mittelgrosse Patrone. Als Treibmittel wird ein rauchloses Pulver verwendet. Das Uebrige ist noch nicht mit Sicherheit bekannt. — Ein

ähnlicher schwerer Missgriff, wie es heute die Einführung des oben geschilderten Laufmantels ist, wurde bekanntlich schon vor einigen Jahren begangen — nämlich durch Annahme des grosskalibrigen (11 mm) Repetirgewehres, mit Vorderschaftsmagazin und gewöhnlichen Bleigeschossen — während doch damals schon eine kleinkalibrige Patrone existirte (von 7,5 mm Kaliber) mit gewöhnlichem (unkomprimirtem) Pulver und Stahlmantelgeschoss, mit weit überlegener Wirkung in jeder Beziehung. Der Erfinder der letztern war ein Schweizer (der Verfasser). Auch weit bessere Repetirsisteme (mit Paketladung) — jedoch leider auch ausländisches Produkt — existirten damals schon, und man hätte sich durch Annahme des bereits Vorhandenen die ungeheuern Kosten einer *doppelten* Neubewaffnung leicht ersparen können — und noch dazu die schwere Demüthigung, von da weg, mit Recht, nicht mehr als mustergültig im Waffenfache betrachtet werden zu können.

Die übrigen Stsaten sind *noch in den Versuchen begriffen, werden sich aber auch bald entscheiden*. Wir sehen hieraus — wie ja auch zu erwarten stand —, dass diejenigen Staaten, welche sich *zuerst* entschieden haben (auch Portugal, das ja bekanntlich *zuallererst* ein kleinkalibriges (8 mm) Gewehr einführte, gehört hieher), *weit davon entfernt sind, eine Neubewaffnung ersten Ranges zu besitzen, resp. zu erhalten*; — es lässt sich jedoch erwarten und hoffen, dass die übrigen Staaten, die sich über ihre Neubewaffnung erst in der Zukunft entscheiden werden, so glücklich sein dürften, zu einer tadellosen Bewaffnung zu gelangen.

Zu einer Bewaffnung ersten Ranges, die also vollkommen auf der Höhe der Zeit steht, gehört Folgendes:

Repetirgewehr (Gradzug nicht nothwendig). Paketladung; Magazin für 7 bis 8 Patronen (12 sind zu viel und 5 zu wenig). Kaliber 7,5 mm. Vernickeltes Stahlmantelgeschoss (nicht compound), mit zugehörigem Zugsystem. Kleine, leichte, randlose Patrone. Rauchloses Pulver (Hülse ganz gefüllt). Geschossgeschwindigkeit $v_{25} = 600$ Meter oder darüber. Maximaler Gasdruck nicht über 2600 Atmosphären, sondern möglichst weit darunter.

Einige Bemerkungen über rauchlose Pulversorten.

Ueber die jetzt existirenden rauchlosen Pulversorten ist zum Theil noch nicht alles bekannt, — oder man darf darüber nicht Alles sagen, was man weiss —; einige ganz allgemeine Bemerkungen dürften jedoch

hier wohl gestaltet sein. — Gute rauchlose Pulversorten sind: 1. Das Walsroder Gewehrpulver (W. G. P.). 2. Das französische rauchlose Pulver (wenn wenigstens gewisse ungünstige Gerüche, die sich in letzter Zeit darüber verbreiteten, grundlos sind). 3. Das schweizerische rauchlose Pulver.*)

Auch Belgien besitzt ein sogenanntes rauchloses Fabrikat (Papierpulver); dasselbe ist von der Fabrik Wetteren hergestellt, es gibt aber viel zu hohen Gasdruck, ziemlich starken Rauch und bedeutenden Rückstand. Aehnlich verhält es sich auch mit dem Pulver R. C. P. von Rottweil; dasselbe gibt ziemlich starken Rauch und in der neuen randlosen Mauserpatrone (Hülse der meinigen nachgemacht), bei 14 gr Geschossgewicht und 7,6 mm Kaliber einen Gasdruck von 3600 bis 3700 Atmosphären und $v_{25} = 603$ m.

Die beiden letzten Pulversorten sind also ganz und gar unbrauchbar. Die drei ersten Pulversorten, mit Ausnahme des schweizerischen Pulvers, haben, soviel darüber bis jetzt bekannt wurde, sämtliche guten Eigenschaften, welche von einem tadellosen rauchfreien Pulver nothwendig gefordert werden müssen (nicht hygroskopisch; unveränderlich bei der Lagerung; weder Hülse noch Geschoss angreifend; gleichmässig in der Wirkung etc. etc.) — dürften jedoch sämmtlich etwas weniger hohen Gasdruck geben.

Dieser letztern Forderung, sowie auch allen übrigen, entspricht in vollstem Masse das schon im Anfang dieses Aufsatzes erwähnte rauchfreie Pulver, welches bloß 1300 (?) Atmosphären Gasdruck gibt und 615 m Anfangsgeschwindigkeit; aber gerade über dieses Pulver darf jetzt noch nichts Näheres mitgetheilt werden.

Bezüglich der *Beurtheilung der verschiedenen Repetirsysteme* will ich mich auf das Urtheil eines der ersten Waffentechniker Englands beziehen, es ist dies der Generalmajor Arbuthnot und gewesener Generaldirektor der Königl. Waffenfabrik in Enfield (während 22 Jahren). Er ist im Waffenfache eine Autorität ersten Ranges (wie *Weygand*), und ist Mitglied der englischen Schiesskommission. Er sagt Folgendes in seinem Bericht über das Schulhof-Repetirgewehr: „Das Prinzip, nach

*) Da dasselbe, wie sich neulich gezeigt hat, einen derartigen Rückstand hinterlässt, dass man nicht ungefettet schießen kann, so darf dieses Pulver nicht zu den guten Sorten gerechnet werden.

welchem das Schulhof-Repetirgewehr gebaut ist, ist wesentlich verschieden von dem einer jeden andern Waffe dieser Art (Dann folgt Aufzählung der Mängel der verschiedenen Repetirsisteme und Beschreibung des Schulhof-Gewehres.) Kein einziger von den vorher gerügten Missständen findet bei dem Schulhofsistem Anwendung. Die Lage des Magazins rund um den Verschluss herum ist bewundernswürdig für das Gleichgewicht (die Gleichwichtigkeit) des Gewehres; dasselbe kann entweder mit einzelnen Patronen, oder mittelst eines Blechkartons ganz voll mit grösster Leichtigkeit geladen werden, der Mechanismus ist einfach und bietet Gewähr für korrekte Funktionierung. (Dann folgt Beschreibung des Magazins.) Der Schulhof-Verschluss ist stark, einfach und vollkommen sicher. Der Mechanismus desselben, sammt Magazin, kann für jede Patrone und für jeden Lauf eingerichtet werden. Ich halte das Schulhof-Gewehr für das beste Repetirgewehr, welches existirt, weil es weniger Mängel und Nachtheile zu haben scheint, als ein jedes andere Repetirgewehr, das mir bekannt ist.“ Gez. *H. J. Arbuthnot*, Generalmajor, 18. Mai 1889.

Dass ich meinerseits diesem Urtheil aus vollster Ueberzeugung beistimme — dass ich also ebenfalls das *Schulhof-Repetirgewehr* (mit Magazin für 8 Patronen) als das beste, jetzt existirende Repetirgewehr betrachte — das geht wohl am deutlichsten daraus hervor, dass ich meine neuste Patrone einzig und allein mit diesem Repetirmechanismus verbunden habe. — — — Für diejenigen Staaten, welche sich bezüglich ihrer Neubewaffnung bis jetzt noch nicht entschlossen haben, ist also die Möglichkeit vorhanden, ihren Armeen wirklich eine Bewaffnung *ersten Ranges* geben zu können, welche allen Anforderungen entspricht, die sich heute stellen lassen. Welche Staaten diese Möglichkeit, sich die vorzüglichste Bewaffnung anzueignen, voll und ganz zu benutzen verstehen werden, das wird schon die nächste Zukunft lehren.

4. Militärisches.

In der „Berner Zeitung“ vom 9. August und in den „Winterthurer Nachrichten“ vom 8. und 10. August stehen zwei Artikel, betitelt: „*Das neue Gewehr*“, und „*Ein Beitrag zur neuesten Geschichte der Handfeuerwaffen*“. Beide Artikel rühren von „anonymen“ Verfassern her, und wären deshalb schon keiner Erwiderung werth, wenn es nicht darauf ankäme, die darin vorkommenden Unrichtigkeiten zu widerlegen, um der Verbreitung falscher Anschauungen vorzubeugen.

Der unbekannte „Fachmann“ in der „Berner Zeitung“ sagt: Dass das Magazin des neuen Schweizerischen Gewehres 12, statt bloss 6 Patronen, fasse, müsse als ein *Vorzug* des Schmidt-Gewehres angesehen werden; die Ersetzung des Kupfermantels durch Stahlmantel sei von Anfang an in Aussicht genommen gewesen; beim neuen Pulver sei das gänzliche Füllen der Hülse nicht nöthig; dass das Hebler'sche Zugsystem (4 Züge statt 3) wesentliche Vorzüge besitze, werde von Waffentechnikern bestritten, jedoch sollen hierüber noch Proben vorgenommen werden.

Hierauf ist Folgendes zu erwidern:

Da das Magazin fast so schnell gefüllt werden kann, wie man sonst eine einzelne Patrone geladen hat, so hat es keinen Zweck und Sinn, dasselbe für eine so grosse Anzahl von Patronen (12) einzurichten, weil dadurch das Magazin zu umfangreich und hiedurch das Gewehr schwerer wird, als nothwendig. Auch können bei einem Magazin für 12 Patronen viel leichter Ladehemmungen eintreten, als bei einem solchen für 6. Bei Verwendung eines Magazins für nur 6 Patronen wäre das Gewehr leichter und handlicher und die Funktionirung sicherer geworden und man hätte ebenso schnell schiessen können...

Dass der Kupfermantel nun endlich durch den weit *bessern*, *humanern* und *wohlfeilern* Stahlmantel*) ersetzt werden soll, macht der Einsicht der Schiesskommission alle Ehre. Dass es unzulässig ist, die Hülse *nur zum Theil* mit Pulver zu füllen, ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, dass dadurch die Hülse grösser und schwerer

*) Für die Schweiz entsteht, wenn Kupfermantel statt Stahlmantel angenommen würde, eine *alljährliche* Mehrausgabe von etwa 110,000 Fr.

wird, als nothwendig, und dass ferner beim Transport (z. B. bei einem mehrere Monate dauernden Feldzug) das lose in der Hülse liegende Pulver sich reibt und Staub erzeugt und dadurch sowohl, wie auch deshalb, dass es beim Schiessen ein Mal hinten in der Hülse und ein anderes Mal vorn in derselben liegt etc., zu Unregelmässigkeiten in Verbrennung und Wirkung Anlass gibt. Diese Sachen sind so einleuchtend, dass Jedermann dieselben verstehen kann, ohne dass er gerade Militär zu sein braucht.

Dass ferner ein Zugsystem mit gerader Zugzahl (4) leichter herzustellen ist, als eines mit ungerader (3), ist eine Thatsache, die nicht ernstlich bestritten werden kann; bei 3 Zügen müsste man auch die Zugtiefe zu gross nehmen, um eine sichere Führung bei Stahlmantel zu erreichen, und wird sich auch deshalb schon an 4 Züge halten müssen.

Ferner sagt der „Fachmann“ in der „Berner Zeitung“, ich hätte früher ein anderes Zugsystem empfohlen. Dies ist wiederum ganz unrichtig. Ich habe stets das *nämliche* Zugsystem (das mir in allen wichtigern Ländern patentirt ist) empfohlen, früher mit 6, jetzt mit 4 Zügen. Auf die *Anzahl* der Züge kommt es nicht an bei Beurtheilung eines Zugsystems, sondern nur auf den *Charakter des Zugprofils*, wie Jeder weiss, der wirklich „Fachmann“ ist, und worüber man sich auf jedem Patentbureau belehren lassen kann.

Deshalb ist auch das sogenannte „Rubin'sche System“ kein besonderes Zugsystem, sondern einfach das gewöhnliche, weil es das gewöhnliche Zugprofil hat; übrigens ist es, wie ich schon früher erwähnte, speziell das Zugsystem des Peabody-Gewehres; dasselbe hat auch 3 Züge. Herr Rubin hat also einfach das Zugsystem des Peabody-Gewehres zu seinen Versuchen verwendet und es gibt daher kein „Rubin'sches Zugsystem“. —

Der Artikel in den „Winterthurer Nachrichten“ rührt auch von einem anonymen Verfasser her und ist so voll Gift und Galle, dass dieser „Fachmann“ sich durch meine gerechten und höchst motivirten Aussetzungen am schweizerischen Modell jedenfalls schwer getroffen fühlen muss. Dieser Artikel, in Nr. 95 und 96, ist aber so voll Unrichtigkeiten, dass ich nicht umhin kann, um diese zu berichtigen, einige Worte darüber zu verlieren.

Die Ausfälle des betreffenden Anonymus gegenüber „Neue Zürcher Zeitung“ und „Vaterland“ etc., sowie gegen mich, sind keiner Erwide-

rung werth; ich werde mich daher einfach an das rein Sachliche halten und bemerke deshalb Folgendes:

Ich habe niemals mit Herrn Rubin zusammengearbeitet und mich auch nie mit ihm überworfen, sondern unsere gelegentlichen Auseinandersetzungen waren stets rein sachlicher und nicht persönlicher Natur.

Ich bin mit Herrn Schulhof für Verwerthung seines Gewehres nicht associirt, sondern ich halte mich bloß an dessen Gewehrsystem, weil es unbedingt das beste jetzt existirende ist.

Dass ich mir mit vollem Rechte das Attribut: „*Erfinder des kleinsten Kalibers*“ beilege, hat seinen Grund in Folgendem:

Ich habe mit meinen diesbezüglichen Arbeiten schon im Frühling 1874 begonnen, jedoch im Herbst des gleichen Jahres dieselben wieder aufgegeben, ohne das erhoffte Resultat erreicht zu haben. Mitte der siebziger Jahre wurden, auf Anregung des Major Bode, Versuche mit kleinerem Kaliber (10 und 9 mm) und auch mit Kupfermantel in Deutschland gemacht, die jedoch (sowie die bloß theoretischen Arbeiten von Plönnies und Weygand) zu keinem Resultate führten, sondern bloß zur Ueberzeugung, dass es überhaupt unmöglich sei, bei einem Geschoss unter 10,2 mm Kaliber die Stabilität der Geschossachse zu sichern. — Im Mai 1879 ging ich nochmals daran, dem „kleinsten Kaliber“ zum Durchbruch zu verhelfen, weil ich fest überzeugt war — trotzdem man in allen Militärschulen das Gegentheil lehrte — dass es möglich sei, die Stabilität der Drehachse bei kleinkalibrigen Geschossen zu sichern. Diesmal war mein Unternehmen mit Erfolg gekrönt, und ich erreichte das schöne Resultat, nicht nur die *erste Anregung* zur Einführung des „*kleinsten Kalibers*“ (nicht 10 oder 9, sondern 7,5 mm) gegeben zu haben, sondern auch persönlich diese schwierige (allgemein als unmöglich betrachtete) Aufgabe vollständig zu lösen und durchzuführen. —

Dass jetzt in der ganzen Welt das „kleinste Kaliber“ eingeführt wird, gereicht mir zur hohen Freude und Genugthuung, und ich darf mich mit vollem Recht den „Erfinder des kleinsten Kalibers“ nennen; dies ist bis jetzt auch noch niemals bestritten worden.

Ich verlange nicht, wie der anonyme Fachmann meint, dass man das Repetirsystem Schulhof oder meine Patrone oder ein anderes rauchloses Pulver einführe, sondern bloß mein Stahlmantelprojektil und das dazu gehörige Zugsystem, und dies wird auch angenommen werden!

Dass die übrigen Staaten meine und Herrn Schulhof's Erfindung bis jetzt noch nicht angenommen haben, liegt darin, dass wir bisher noch nirgends Versuche mit rauchlosem Pulver, mit einer *genügenden* Anzahl Patronen, machen konnten, weil uns eben das betreffende rauchfreie Pulver nicht in genügender Quantität zur Verfügung stand. — Es ist also eine ganz perfide Verdrehung der Wahrheit, wenn der betreffende Verfasser des Artikels in den „Winterthurer Nachrichten“ sagt, die übrigen Staaten hätten die Erfindungen von Herrn Schulhof und mir „verworfen“!

Dem betreffenden Verfasser sei ferner erwidert, dass Alluminium und seine Legirungen durchaus ungeeignet sind, dem Stahlmantel wirksame Konkurrenz zu bereiten, weil Stahlmantel das wirksamste und wohlfeilste Material ist und stets sein wird.

Was die Bemerkungen über das Zugsystem anbelangt, so ist hierüber das Nothwendige schon im Anfang dieses Aufsatzes bemerkt worden, so dass es mir nicht nothwendig erscheint, hier nochmals das Gleiche zu wiederholen; diese Sache habe ich deutlich genug erörtert, damit man sie verstehen kann, wenn man nur will!

Die Anfangsgeschwindigkeit v_{25} beim Schweizerischen Repetirgewehr M. 89 beträgt, wie ich angab, 570 bis 580 m, und dabei ist der Gasdruck 2200 Atmosphären. Wenn der betreffende anonyme Verfasser das nicht weiss, so hätte er besser gethan, zu schweigen. Man kann allerdings bei stärkerer Ladung (stärkerer Füllung der Hülse) eine grössere Anfangsgeschwindigkeit erreichen, aber dann wird der Gasdruck zu hoch, und bei einer mittelgrossen Hülse (12,5 mm Durchmesser), wie die neue Schweizerische, darf man eben nicht wohl über 2200 Atmosphären gehen.

Ueber die nur theilweise Füllung der Hülse und die damit zusammenhängenden Nachtheile habe ich ebenfalls das Nöthige schon im Anfang dieses Aufsatzes gesagt.

Dass der betreffende anonyme Verfasser behauptet, nur das „Gradzuggewehr“ sei konkurrenzfähig, zeigt, dass der betreffende Herr kein wirklicher „Fachmann“ ist! Er scheint auch die „Allg. schweiz. Militärzeitung“ und die „Schweiz. Schützenzeitung“ nicht zu kennen, sonst hätte er in diesen Fachblättern meine Beurtheilung der Schweizerischen Neubewaffnung und diejenige der andern Staaten lesen müssen und könnte mir nicht rathen, mich statt an politische Blätter an Fachblätter

zu halten. Es kömmt mir auch nicht darauf an, wie er meint, für meine oder Herrn Schulhof's Erfindung „Stimmung zu machen“, sondern nur darauf, der Wahrheit Bahn zu brechen und nicht zu dulden, dass dem Publikum noch fernerhin Sand in die Augen gestreut werde!!! —

Ich hoffe, dass es mit dieser Zeitungspolemik nun *ein Ende* haben und die gute Sache, trotz aller Lügen, Anfeindungen und Verdrehungen des Sachverhaltes, doch endlich siegreich durchdringen werde. Mein Möglichstes hiezu habe ich gethan. Warten wir also ruhig den endgültigen Entscheid der betreffenden Behörden ab!

5. Noch ein Wort über die Schweizerische Neubewaffung.

Zürich, 2. April.

Tit. Redaktion!

In der „Berner Zeitung“ ist Anfangs März ein Artikel erschienen, betitelt: „Unser neues Gewehr“. Dieser Artikel ist abgedruckt aus der „Schweizerischen Monatsschrift für Offiziere aller Waffen“ (Nr. 5 vom November 1889) und enthält so viele Unrichtigkeiten und so viele Ausfälle gegen mich, dass ich mich gezwungen sehe, ebenfalls in einem öffentlichen Blatte, zu meiner Vertheidigung des Wort zu ergreifen. Ich ersuche Sie deshalb, im Interesse der Meinungsfreiheit, mir die Spalten der „Züricher Post“ zu öffnen. *)

Hiebei ergreife ich zugleich die Gelegenheit, mitzutheilen, auf welche Weise es den tonangebenden Persönlichkeiten der Schiesskommission gelang, der jetzigen Schweizerischen Neubewaffung zur Annahme zu verhelfen, und die bessere Sache verwerfen zu lassen.

Letzten Sommer lieferte ich der Schiesskommission vier nach meinem Sistem gezogene Läufe für Schiessversuche. Es sollte durch

*) Wir willfahren dem Einsender aus dem von ihm selbst bezeichneten Grunde und weil er der Angriffene ist, ohne übrigens seine technischen Ausführungen würdigen zu können und für seine Urtheile eine Verantwortlichkeit zu übernehmen.

diese letztern sich herausstellen, ob es besser sei, das gewöhnliche Zugsystem (Felder und Züge gleich breit; eckige Züge), jedoch mit 3 Zügen, sowie das bisher benutzte Kupfermantelgeschoss beizubehalten, oder aber mein Zugsystem (4 Züge; Felder halb so breit wie die Züge; Felder abgeschrägt und ausgerundet in die konzentrischen Züge übergehend) und das Stahlmantelgeschoss anzunehmen.

Schon bevor die Versuche angestellt wurden, soll sich eine der tonangebendsten Persönlichkeiten dahin geäußert haben: „Es sei gar keine Rede davon, dass an der nun einmal projektirten Neubewaffnung noch irgend etwas geändert werde.“ Es war also leicht vorauszusehen, was das Resultat der vorzunehmenden Versuche sein werde: *Beibehaltung des Bisherigen!*

Um diesen zum Voraus gefassten Entschluss nun aber — wenigstens scheinbar — durch das Resultat der Versuche motiviren und durchsetzen zu können, wurde in folgender Weise vorgegangen:

Meine Läufe liess ich nämlich unter der Voraussetzung herstellen, dass „*ungefettet*“ geschossen werde, wie man es jetzt mit *gutem* rauchfreiem Pulver stets thut. Ich wusste damals nicht, dass das Schweizerische Pulver viel Rückstand gibt, und dass deshalb nur dann damit gut geschossen werden kann, wenn die Patrone *gehörig gefettet* wird! Der Uebergangskonus meines Patronenlagers war also, wie gesagt, für *ungefettete* Munition konstruirt und daher für die *Fettung* kein Platz vorhanden.

Die Versuche wurden nun letzten Sommer durchgeführt und zwar schoss man auf folgende zwei Arten:

1. Völlig ungefettet.
2. Mit einem ganz schwachen Anflug von Fettung (durchaus ungenügend).

Das Erste ergab schlechte Resultate; das Zweite schon weit bessere, beinahe so gute wie mit dem dreizügigen Lauf, mit Kupfermantelgeschoss und genügender Fettung.

Es wäre nun, meiner Ansicht nach, am Platze gewesen, mir diese Resultate mitzutheilen, und beizufügen, dass es zur Erreichung der richtigen Präzision durchaus nothwendig sei, die Patronen gehörig fetten zu können, was einfach durch entsprechendes Ausreiben des Uebergangskonus ermöglicht worden wäre!

Statt mir aber die — infolge mangelnder Fetzung ungenügenden — Resultate mitzutheilen, hielt man Alles geheim, und zwar so lange, bis es für mich zu spät war, noch irgend etwas machen zu können.

Man theilte mir die Resultate erst wenige Tage vor Entscheidung der Neubewaffnungsfrage durch den Bundesrath mit und beraubte mich so jeder Möglichkeit, durch richtig angestellte Versuche die Ueberlegenheit meines Systems beweisen zu können!

Auf die Art, wie vorgegangen wurde, *musste* mein System natürlich unterliegen, da den eidgenössischen Räthen kurzweg die erhaltenen Resultate mitgetheilt, jedoch klüglich verschwiegen wurde, auf welche Weise man dieselben erhalten hatte.

Ob ein solches Vorgehen korrekt ist, oder wie man es im andern Fall am treffendsten bezeichnen könnte, überlasse ich zur Entscheidung dem schweizerischen Publikum.

Das ganze Verfahren gipfelt einfach darin, dass die Versuche auf eine solche Art gemacht wurden, dass mein Stahlmantelgeschoss und Zugsystem unfehlbar unterliegen mussten!!

Wären die Versuche in richtiger Weise vorgenommen worden, so hätte sich herausgestellt, dass es doch noch eine bessere Präzision gibt, als die des jetzigen Gewehres M. 89.

Nun, der Würfel ist gefallen, und man muss sich jetzt mit dem begnügen, was wir haben, obgleich es nicht gerade das Beste ist.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, auf einige Punkte jenes weiter oben erwähnten Artikels näher einzutreten. Es heisst darin:

„Der Kampf (bezüglich Präzision), ob Kupfer oder Stahl, ob 3 Züge oder 4, sei umsonst geführt gewesen; auch habe sich ergeben, dass die sogenannten Rubin'schen Züge Stahl- und Kupfergeschosse gleich gut schiessen, dass also kein Grund vorliege, die Hebler'schen gegen die Züge hin abgerundeten Felder vorzuziehen, und *den Verdächtigungen dieses Erfinders weitere Beachtung zu schenken.*“

Die erste Behauptung ist nur annähernd richtig, da Stahlmantel, unter richtigen Verhältnissen aus meinem Lauf geschossen, doch noch eine etwas bessere Präzision liefert als Kupfermantel.

Dass 3 Züge ebenso gut seien als 4, zeigt, dass der Verfasser obigen Artikels kein wirklicher Fachmann ist; dass 4 Führungskanten sicherer führen als nur 3, ist sogar für einen Laien vollkommen fasslich; auch ist bei 4 Zügen eine geringere Zugtiefe schon aus-

reichend, was wiederum dem vollkommenen Abschluss des Geschosses im Lauf zu Gute kommt.

Vier Züge sind also — unter allen Umständen und in jeder Beziehung, auch wegen leichterer Fabrikation — dem Dreizugsystem unbedingt vorzuziehen, und keine Schiesskommission, die aus wirklichen Sachverständigen besteht und ihrer Aufgabe gewachsen ist, wird eine andere Zugzahl als 4 einführen!

Dass aus dem sogenannten Rubin'schen Lauf Kupfer- und Stahlmantel gleich gut geschossen werden können, ist annähernd — aber auch bloß annähernd — richtig, und hat seinen Grund in Folgendem:

Durch den bedeutenden Rückstand, den das Schweizerische rauchlose Pulver gibt, werden nämlich *die leeren Ecken der Züge insoweit ausgefüllt*, dass nicht nur das Kupfermantelgeschoss, das auch ohnedem die eckigen Züge so ziemlich ausfüllt, sondern auch das Stahlgeschoss, welches die leeren Ecken nicht auszufüllen vermag, beinahe gasdicht abschliesst; zu einem völligen Abschluss kommt es zwar beim Stahlmantelgeschoss nicht, und es findet das Durchblasen immer noch statt, doch in verringertem Grade, weshalb denn auch die Präzision des Stahlgeschosses, aus den eckigen Zügen (mit genügender Fettung) geschossen, stets etwas — und zwar nicht unerheblich — hinter derjenigen des Kupfergeschosses zurückbleibt, wie die Versuche der Kommission gezeigt haben.

Dieselben ergaben für Kupfermantel- und Stahlmantelgeschosse, beide mit genügender Fettung aus dem dreizügigen Lauf (mit eckigen Zügen) geschossen, folgendes Resultat, nach den Versuchen der Kommission:

Auf 600 m	Kupfermantelgeschoss,	50 ⁰ / ₀ Streuungsradius	= 24,5 cm
„ „ „	Stahlmantelgeschoss,	„	= 29,5 „
„ 1200 „	Kupfermantelgeschoss,	„	= 63 „
„ „ „	Stahlmantelgeschoss,	„	= 90 „

Man sieht hieraus, dass die Differenz doch immerhin ziemlich beträchtlich und dass also der Ausspruch: „Man könne aus eckigen Zügen ebensogut Stahlmantel als Kupfermantel schießen,“ nicht ganz richtig ist.

Wir sehen also hieraus, dass aus eckigen Zügen ein Stahlmantelgeschoss nicht gar viel schlechter schießt, als ein Kupfermantelgeschoss, jedoch nur in dem Fall, wenn ein *schlechtes, viel Rückstand gebendes*

Pulver angewandt wird. Den Grund dieser Erscheinung habe ich angegeben.

Wendet man aber ein *tadelloses* rauchfreies Pulver an, das *keinen* oder *fast keinen Rückstand* gibt und mit dem man *ungefettet* schießen kann, so werden die leeren Ecken nicht mehr ausgefüllt; das Durchblasen findet dann statt und das Stahlmantelgeschoss schießt ganz schlecht. *Bei Anwendung eines guten rauchlosen Pulvers kann also aus eckigen Zügen das Stahlmantelgeschoss nicht mehr geschossen werden!*

Sollten wir in der Schweiz — was ja doch früher oder später einmal geschehen wird — ein wirklich *gutes* rauchloses Pulver erhalten, so können wir aus unsern eckigen Zügen wohl noch das Kupfermantelgeschoss, aber nicht mehr das Stahlmantelgeschoss schießen. Wird also das Stahlmantelgeschoss adoptirt, so muss früher oder später einmal dieser Fall eintreten. Was ist dann zu thun? Entweder muss man wieder zum Kupfermantelgeschoss zurückkehren — oder aber, wenn das *Stahlgeschoss* beibehalten werden soll, — *so müssen die Züge für dasselbe eingerichtet, d. h. das Hebler'sche Zugsystem angenommen werden!* Wird sich das jedoch so ohne weiteres einrichten lassen? Man muss dann die Züge frischen, um die Felder ausgerundet in dieselben übergehen zu lassen; auch wird es dann nöthig, die Zugtiefe auf fast zwei Zehntelsmillimeter zu erhöhen, um eine sichere Führung zu erhalten, bei ausgerundeten Zügen und nur drei Führungskanten. Bei den so gefrischten Läufen wird nun aber der Fall eintreten, dass das Geschoss, beim Eintritt in die Züge, durch das Eindrücken der viel zu breiten Felder sich streckt, und so nicht im Stande ist, die ziemlich tiefen Züge vollständig auszufüllen. Es wird, infolge dessen, das Durchblasen stattfinden, und die Präzision ist dahin! Was wird nun geschehen müssen? *Man muss sämtliche Läufe wegwerfen, und durch ganz neue Läufe ersetzen! Dies verursacht ein Einziehen aller Gewehre und für jedes Stück eine Ausgabe von 25 bis 30 Fr.*

In diesen Fall wird die Schweiz aber auch kommen bei Adoptirung des Stahlmantelgeschosses, ohne dass ein *gutes* Pulver angenommen wird, nämlich aus folgendem Grunde:

Wird das Stahlmantelgeschoss längere Zeit aus den eckigen Zügen geschossen, so werden die drei Führungskanten — da ja das Geschoss nur an drei Linien (Kanten), statt an drei Führungsflächen, geführt

wird — schnell abgenutzt, abgeschliffen, abgeschrägt, — *d. h. das Stahlmantelgeschoss ist bestrebt, sich selbst das richtige Zugsystem zu schaffen, welches ihm die Weisheit der Kommission vorenthielt!* Ist dies ganz oder theilweise geschehen, so wird (bei nur drei Zügen, und bloß ein Zehntelsmillimeter Zugtiefe) die Führung unsicher, das Geschoss gibt in den Zügen mehr oder weniger nach und es findet auf den neutralen Zugkanten das Durchblasen statt; die Präzision wird dann immer schlechter und man ist schliesslich, da das Tiefermachen der Züge, wie weiter oben gezeigt wurde, nicht angeht, gezwungen, *alle Gewehre einzuziehen, und auf jedes einen neuen Lauf zu machen, mit dem Hebler'schen Zugsystem!* Das kostet für jedes Gewehr, wie schon erwähnt wurde, 25 bis 30 Fr., also den dritten Theil, was eine vollständige Neubewaffnung kostet!

Zu dem wird und muss es nothwendig einmal kommen, bei Annahme der eckigen Züge und des Stahlmantelgeschosses, *und das haben wir dann Denjenigen zu danken, die auf keine wohlgemeinten und wohlmotivirten Vorstellungen eines anerkannten Fachmannes hören wollten und die es dahin zu bringen wussten, dass eine solche Neubewaffnung angenommen wurde!*

Man sieht also, dass es durchaus nicht gleichgültig ist, ob Kupfermantel oder Stahlmantel, ob drei oder vier Züge, ob eckige oder ausgerundete!

Eine solche Behauptung — dass dies Alles gleichgültig sei — kann nur Jemand aufstellen, *der nichts versteht, oder der es darauf anlegt, Andere zu täuschen.*

Ferner wurde in jenem Artikel gesagt, man habe einen Rüttelversuch gemacht, aus welchem hervorgehe, dass die nur theilweise Füllung der Hülse nichts schade; das gerüttelte Pulver habe „ziemlich“ die gleichen Präzisionsergebnisse geliefert, wie das ungerüttelte. Bei neuem Pulver mag dies richtig sein; ob aber bei einem Pulver, das vier Jahre gelagert und dadurch doch mehr oder weniger zum Zerbröckeln neigt, dasselbe stattfindet, ist mindestens etwas fraglich.

Es handelt sich hierin jedoch mehr darum, ob, wenn der Pulverhaufen einmal vorn und ein andermal hinten in der Hülse liegt, nicht die Gleichmässigkeit in der Wirkung mehr oder weniger leide? Diese Frage ist doch, wie ich glaube, eher mit *ja*, als mit *nein*, zu beantworten. Jedenfalls wird mir jeder Sachverständige beipflichten, wenn

ich sage: *Es ist besser, die Hülse sei vollständig mit Pulver gefüllt, als nur zum Theil.* Die vollständige Füllung der Schweizerischen Hülse hätte aber einen zu hohen Gasdruck ergeben und deshalb musste man bei nur theilweiser Füllung verbleiben, so gerne man auch ganze Füllung genommen hätte!

Wäre meine Hülse adoptirt worden, so hätte man ganze Füllung nehmen können, ohne zu hohen Gasdruck zu erhalten! (Der zulässige Gasdruck beträgt bei der ziemlich dicken Schweizerischen Patrone 2200 Atmosphären, und bei meiner dünnen Patrone 2600.) *Hiezu hätte man aber meine Patrone annehmen müssen und das wollte man eben nicht!*

Ueber die nun adoptirte Schweizerische Neubewaffnung ist, kurz gefasst, noch Folgendes zu sagen:

Die ballistische Leistung ist befriedigend; hingegen lässt sich am Gewehr und an der Munition Mehreres aussetzen:

Das Gewehr ist fast um ein Pfund zu schwer und hat einen vorspringenden Kropf, wodurch das bisherige Tragen gewiss sehr erschwert und mühsam werden wird. Das Gewehr hat *Gradzug*, und bietet deshalb *niemals diejenige Sicherheit wie beim Drehverschluss!* Auch erfordert das Hin- und Herbewegen des Verschlusszylinders mehr Kraft als beim Drehverschluss, und das dadurch bedingte Vor- und Zurückschnellen des Verschlusses wird wohl nicht gerade dazu dienen, den Schützen in der nöthigen Ruhe zu erhalten. Vor Allem aber ist diejenige oft auftretende Meinung eine Illusion, dass man recht gut den Inhalt des ganzen Magazins verschiessen könne, ohne das Gewehr von der Schulter zu entfernen. Schon nach wenigen so abgegebenen Schüssen erreicht die Ermüdung des Schützen einen solchen Grad, dass er den linken Arm mit dem Gewehr sinken lassen und dass er ausruhen muss. Wenn es auch der Eine oder Andere durchsetzt, ein Magazin zu leeren, ohne das Gewehr von der Schulter zu entfernen, so ist doch dabei von ruhigem Abgeben der Schüsse gar keine Rede, denn die Ermüdung und Ueberanstrengung ist zu bedeutend. Sind dann die zwölf Schüsse wirklich in dieser Weise abgegeben, so muss unbedingt eine längere Ruhepause eintreten, damit sich der Schütze wieder erholen kann, wodurch die scheinbar gewonnene Zeit mehr als verloren geht.

Zwischen Gradzug und Drehverschluss ist daher bezüglich Schnelligkeit des Schiessens wohl kaum ein Unterschied vorhanden; da aber, wie weiter oben angedeutet wurde, der Gradzug in mehreren andern Beziehungen entschieden gegen den Drehverschluss zurücksteht, so wird sich von denjenigen Staaten, die noch vor der Neubewaffnung stehen, höchst wahrscheinlich kein einziger zur Annahme eines Gradzuggewehres entschliessen, und daran werden diese Staaten sehr gut thun!

Die Patrone ist ferner zu lang und zu dick, und auch schon deshalb ist das Gewehr eine wahre „Maschine“ geworden; bei Verwendung meiner Patrone hätte dasselbe bedeutend reduzierte Dimensionen und geringeres Gewicht bekommen.

Das Magazin fasst zwölf Patronen; viel vernünftiger wäre es gewesen, dasselbe bloß für sechs einzurichten. Das Gewehr wäre dadurch kompakter und leichter geworden und der Repetirmechanismus hätte an Sicherheit im Funktioniren gewonnen.

Bei der Schnelligkeit, mit welcher jetzt das Magazin stets wieder neu gefüllt werden kann, hat es durchaus keinen Sinn und Zweck, dasselbe für eine so grosse Patronenzahl einzurichten und dadurch das Gewehr plump und schwer zu machen.

Dass eine Schiesskommission, die jahrelang an der Rubinpatrone (mit dem lose in der Hülse liegenden komprimierten Pulverzylinder und dem vorn in der Hülse steckenden Messingring, in welchem seinerseits wieder das Geschoss locker steckte), über welche jeder *wirklich* Sachverständige lächeln muss, Gefallen finden und deren grosse Mängel und Fehler als Vorzüge preisen konnte, nun die jetzige Neubewaffnung für ausgezeichnet erklärt, kann mich nicht im Geringsten wundern, und dass sie sich mit dem schlechten Pulver und dem lächerlichen Dreizugsystem so innig befreundet hat, ebensowenig.

Es ist traurig, aber leider nur allzu wahr: *Diese Schiesskommission hat sich bei allen ihren Arbeiten ununterbrochen auf dem Holzwege befunden, weil ihr Stolz sie verhinderte, das Beste, was existirte, anzunehmen, da dasselbe nicht ihr eigenes Werk, sondern die Erfindung eines Andern war!*

Das von dieser Kommission jetzt eingeführte Dreizugsystem unterscheidet sich in nichts vom gewöhnlichen, bisher überall verwendeten Zugsystem, als in der Anzahl der Züge, und dies ist kein prinzipieller

Unterschied; ganz genau stimmt es jedoch mit dem Zugsystem des Schweizerischen Peabody-Gewehres überein, welches auch drei Züge hat.

Rubin hat also mit diesem jetzt eingeführten Schweizerischen Dreizugsystem nicht das Geringste zu thun, denn es ist dasjenige des Peabody-Gewehres! Ebenso wenig kann der Name Rubin mit dem Kupfermantelgeschoss in Verbindung gebracht werden; dasselbe ist bekanntlich die Erfindung des deutschen Majors Bode, der schon mehrere Jahre vor Rubin solche Geschosse herstellte und umfassende Schiessversuche damit vornahm.

Man kann also weder von einem Rubin'schen Zugsystem, noch von einem Rubin'schen Kupfermantelgeschoss reden, weil Rubin kein Zugsystem erfunden hat und auch nicht der Erfinder des Kupfermantelgeschosses ist!

Wer also in Zukunft noch von Rubin'schem Zugsystem oder von Rubin'schem Kupfermantelgeschoss spricht, ist entweder schlecht unterrichtet, oder sucht wissentlich Andere zu täuschen! Dasselbe gilt daher auch für Jeden, der den Namen Rubin mit der jetzigen Schweizerischen Neubewaffnung in Verbindung bringt!

Solche Fälschungen zu verhindern, ist die Pflicht und auch das Recht jedes Ehrenmannes!

Schliesslich will ich noch Folgendes bemerken, bezüglich des *Kostenpunktes*:

Wird für das schweizerische Geschoss Nickelmantel oder eine andere Legirung angenommen, so stellt sich Folgendes heraus: Bei der jetzt angenommenen schweizerischen Neubewaffnung ergibt sich, gegenüber meinem System, bei Anschaffung des nöthigen Kriegsvorrathes an Patronen und Gewehren, *eine einmalige Mehrausgabe von zirka zwei Millionen Franken! Daneben ergibt sich eine alljährliche Mehrausgabe von zirka 160,000 Franken!*

Hätte man meine Patrone angenommen, so würde man also bei Anschaffung des nöthigen Kriegsvorrathes eine Summe von zirka zwei Millionen Franken und daneben jedes Jahr zirka 160,000 Franken erspart haben!

Man bedenke, was das für uns sagen will!

Trotz dieser enormen Mehrausgaben bekommen wir nun eine *Neubewaffnung*, welche, nachdem alle Staaten eine solche angeschafft haben werden, *jedenfalls nicht den ersten Rang einnehmen wird!*

Dass meine durchaus richtigen und motivirten Einwendungen von jenen Herren, die sich allerdings durch dieselben schwer getroffen fühlen mögen, wieder als „*Verdächtigungen*“ behandelt werden, ist vorauszusehen, und ich erwarte auch nichts Anderes.

Ich habe in dieser Sache gethan, was irgend möglich war, und werde darin von nun an kein Wort mehr verlieren, da es ja doch nichts mehr nützen kann.

Dieser Aufsatz gibt demjenigen, der nicht von vornherein jedem Verständniss abgeneigt ist, die nöthigen Aufklärungen.

Auf wessen Seite das Recht liegt, wird übrigens die Zukunft lehren!

6. Unser Gewehr im Lichte der Vergleichung.

Motto: „Unser Gewehr, unsere Ehr’.“

Zum grausen Massenmord bereit steht heute das kleinkalibrige Repetirgewehr bei unsern nächsten Nachbarn, Frankreich, Oesterreich und Deutschland. Mit dessen Erstellung begonnen haben nunmehr auch England, Dänemark und Belgien, nebst unserer Wenigkeit von Schweiz. Die übrigen Staaten sind meist noch unentschieden.

Für das Studium der neuen Modelle, das unsrige mit inbegriffen, können wir zur Zeit nur auf eine auswärtige Fachschrift verweisen, die „Mittheilungen über Artillerie- und Geniewesen“, worin eine vorzügliche Arbeit zu lesen, betitelt: „Moderne Kriegsgewehre“ von Hauptmann Holzner. Bedeutsam ist ferner eine Kritik von Major Kromar, im Militärwissenschaftlichen Verein in Wien gehalten, über „Neuerungen im Gebiete der Handfeuerwaffen“, und im „Armeeblatt“ wiedergegeben.

Beginnen wir den Vergleich mit dem ballistischen Theil. Gottlob, dass wir die Hauptsache, das rauchlose Pulver besitzen, so gut wie die Andern, vielleicht noch etwas besser, wegen unserer speziellen Körnerform, die ein gleichmässiges Abmessen der Ladung gestattet.

Zahl und Anordnung der Züge im Laufe, bei uns so viel umstritten, sind doch von weniger Bedeutung; wir haben deren nur drei,

obwohl sonst vier gebräuchlicher; Dänemark hat sechs, England sogar sieben. Wenn der Geschossmantel von Nickel oder Stahl, so sollen die Züge breiter, die Felder schmaler sein, wie schon Professor Hebler lang und breit uns explizirte.

Allgemein anerkannt sind die Vorzüge der randlosen Patrone, wegen deren günstiger Verpackung.

Der stählerne Laufmantel mit Luftzwischenraum, wie er beim deutschen Gewehr zum ersten Mal in Anwendung gekommen, ward seither auch von Dänemark und Belgien eingeführt. Er gestattet eine bequeme Anbringung von Visir, Korn und Bajonett. Der Lauf ist dabei vollkommen geschützt, darf daher leichter sein; er kann sich auch frei ausdehnen, was die Präzision des Schiessens erhöht.

Wir haben den Rundschaft von Holz gewählt, dessen Zweck ein ähnlicher, wie der des stählernen Mantels, und der beim Schnellfeuer auch die Hand vor Verbrennung schützt. Beides mag gut sein.

In der Magazinfrage hat Oesterreich mit seiner Paquetladung den rechten Weg gewiesen. Deutschland ist hierin seinem Beispiele gefolgt, Belgien ebenfalls. Dieses zwar mit der Variante, dass die Patronen nicht mit dem Rahmen eingesetzt, sondern von diesem abgestreift werden. Das Dänische Magazin gestattet das Laden auch bei geschlossenem Gewehr.

Gewöhnlich fünf Patronen per Paquet und dem entsprechend im Magazin. Wir stehen mit unsern vollen Zwölfen in dieser Hinsicht ganz vereinzelt. Ein kropfiges Aussehen der Waffe ist die Folge dieser Extravaganz, und zwar ohne entsprechenden Vorthail, ohne dass die Feuergeschwindigkeit dadurch gesteigert würde.

Man scheint das eigentliche Wesen der Paquetladung bei uns nicht so recht erfasst zu haben; Mangel an Kriegserfahrung, und, dadurch bedingt, an kriegsmässigem Denken und Fühlen überhaupt, mag dies und das erklären.*)

Eilen wir zum Verschluss! Major Kromar in seiner bedeutsamen Kritik nennt ihn eine Nachahmung von Mannlicher's Geradzug, hinter welchem er aber in konstruktiver Hinsicht zurückbleibe. Gerade kein Kompliment! Was wir besonders schmerzlich daran vermissen, ist jene schon 1886 beim Französischen Lebelgewehr eingeführte grossartige

*) Vide Gotthard.

Verbesserung, wonach die Verschlusswarzen sich ganz vorn am Kolben befinden und der Abschluss also dicht hinter dem Patronenboden geschieht. Gehäuse und Verschluss finden sich dadurch entlastet, das Gewicht wird leichter, Vibrationen und Klemmungen bleiben vermieden und die Präzision wird erhöht.

Diesen Hauptfortschritt haben die Andern sich gleichfalls angeeignet, wir aber leider nicht, und das ist schlimm!

Nur mit Vorbehalt zu nehmen und mit Vorsicht anzuhören ist darum jene Botschaft aus dem Schoosse der Kommission, die uns verkündete, man sei an leitender Stelle überzeugt, ein „nun wirklich ganz auf der Höhe der Zeit stehendes und den weitgehendsten Anforderungen entsprechendes Gewehr“ zu erhalten.

Es mag das fragliche Modell, wenn auch als Muster „fraglich“ und mindestens ein Pfund zu schwer, am Ende ja genügen, indess nur dann, wenn „absolut genau“ erstellt. Diese *conditio sine qua non* ist freilich schwer verträglich mit der beschlossenen Vertheilung der Arbeit unter eine ganze Menge, im Lande zerstreuter, Fabriken.

Solch' verzettelte Ausführung mag ja recht gut gemeint sein, ist aber technisch unzulässig da, wo es sich um absolute Genauigkeit handelt, und müsste in unserm Falle zu groben Enttäuschungen führen.

Trachten wir also diesen Kelch abzuwenden! Noch ist es nicht zu spät, den falschen Kurs zu wechseln, auch in der Wahl der Waffe selbst. Opfer freilich wird es kosten; viel schlimmer aber wäre in seinen Folgen das Verharren im Irrthum. Haben wir den Muth der Erkenntniss! Es führt zu nichts, uns selbst, dem Volk und Heer die Wahrheit länger zu verhüllen, und „Ehrlich währt auch hier am längsten!“

Bendlikon-Zürich, Juni 1890.

*H. Studer, Ingenieur,
Art.-Hauptm.*

7. Kostenberechnung für die Patronen der verschiedenen Systeme kleinsten Kalibers.

Zur Grundlage der Berechnung dienen folgende, aus zuverlässigster Quelle stammende

Angaben oder Mittelwerthe:

- 1 kg Nickel, in Stangen oder Barren, kostet 6 Fr.
 1 „ Kupfer „ „ „ „ 2 „
 1 „ Stahl „ „ „ „ 40 Cts.
 1 „ Blei kostet 50 Cts.
 1 „ Schwarzpulver kostet Fr. 2. 80; 1 kg rauchloses Pulver wird im Mittel Fr. 8. 40 kosten.
 1 „ Neusilber (Legirung aus Kupfer und Nickel), in Blechen, kostet 4 Fr.
 1 „ Kupfer, in Blechen, kostet 3 Fr.
 1 „ Messing „ „ „ 2 „
 1 „ Stahl „ „ „ 70 Cts.
 Anstatt „Neusilbermantel“ werden wir kürzer „Nickelmantel“ sagen.

Gewicht eines fertigen Geschossmantels aus

Neusilber (Nickelmantel) = 2,0 gr für das 7,5 mm Kaliber

Kupfer (Kupfermantel) = 2,0 „ „ „ 7,5 „ „

Stahl (Stahlmantel) = 1,5 „ „ „ 7,5 „ „

Beim 8,0 mm Kaliber sind die betreffenden Gewichte: 2,2; 2,2; 1,7 gr.

Unter „*Materialwerth*“ verstehen wir den Preis, den man für das zur Fabrikation eines gewissen Gegenstandes nöthige Material bezahlt hat, weniger den Erlös für die Abfälle. „*Materialwerth*“ ist also der *wirkliche* Kostenpreis des Materials, aus welchem ein Gegenstand besteht, ohne Berücksichtigung der Arbeit, welche verwendet wurde, um den betreffenden Gegenstand herzustellen. Es beträgt nun:

Materialwerth eines fertigen

Nickelmantels = 1,0 Cts. für das 7,5 mm Kaliber, in runden Zahlen.

Kupfermantels = 0,7 „ „ „ 7,5 „ „ „ „

Stahlmantels = 0,2 „ „ „ 7,5 „ „ „ „

Die ausgestanzten Scheiben (für Hülsen oder Geschossmäntel) wiegen ca. $\frac{2}{3}$ vom Blechgewicht. Der Werth des Blechabfalls beträgt bei Neusilber, Kupfer und Messing ca. 70% vom Werth des neuen Bleches; bei Stahl ist der Abfall ganz werthlos. Sonstige Abfälle, beim Fabriziren von Hülsen oder Geschossmänteln aus Neusilber und Kupfer, haben natürlich auch 70% vom Blechwerth.

Der Werth der Abfälle bei:

Neusilberblech ist also per kg = $400 \times 0,70 = 280$ Cts.

Kupferblech " " " " = $300 \times 0,70 = 210$ "

Messingblech " " " " = $200 \times 0,70 = 140$ "

Stahlblech " " " " = $70 \times 0,00 = 0$ "

Aus 100 kg Blech fabrizirt man, erfahrungsgemäss, 60 kg fertige Hülsen oder Geschossmäntel. Beim Fabriziren der Hülsen und Geschossmäntel gibt es also, im Mittel, 40% Abfall.

60 kg fertige Patronenhülsen haben also folgenden Materialwerth = $200 \text{ Fr.} - 40 \times 1,40 \text{ Fr.} = 200 - 56 = 144 \text{ Fr.}$

60 kg fertige Geschossmäntel haben folgenden Materialwerth:

Aus Neusilber = $400 \text{ Fr.} - 40 \times 2,80 \text{ Fr.} = 400 - 112 = 288 \text{ Fr.}$

" Kupfer = $300 \text{ "} - 40 \times 2,10 \text{ "} = 300 - 84 = 216 \text{ "}$

" Stahl = $70 \text{ "} - 40 \times 0,00 \text{ "} = 70 - 0 = 70 \text{ "}$

Materialwerth von 60 kg Geschossmäntel.

Die Herstellungsarbeit lässt sich, im Mittel, folgendermassen veranschlagen:

Herstellungsarbeit der

kleinen Patronen = 4,0 Cts. durchschnittlicher Herstellungspreis.

mittleren " = 4,5 " " "

grossen " = 5,0 " " "

Bei geringerem Durchmesser der Patronenhülse ist hauptsächlich diejenige Arbeit viel kleiner, welche durch das Einziehen der Hülse, vorn, bis auf den Geschossdurchmesser, entsteht.

Um nun auch die Unterschiede in der Herstellungsarbeit möglichst richtig zu berücksichtigen, setzen wir Folgendes fest (stets Grossfabrikation vorausgesetzt):

Mehrkosten, für

vorstehenden Hülsenrand = 0,3 Cts.

das Komprimiren des Pulvers = 0,2 "

die Compoundgeschosse = 1,0 "

Mehrkosten für

das Vernickeln der Geschosse	= 0,4 Cts.
das Fetten der Patronen	= 0,1 „
das Abwiegen der Ladungen	= 0,2 „ (Bei Blättchenpulver.)
die Scheiben hinter dem Geschoss	= 0,1 bis 0,5 Cts. (Nämlich 0,1 Cts. für eine dünne Kartonscheibe; 0,2 Cts. für eine dicke Kartonscheibe; 0,3 Cts. für eine Wachs- oder Paraffinscheibe.)

Dabei ist sowohl der Materialwerth der Scheiben, sowie auch die Herstellungsarbeit und die Arbeit beim Laden derselben berücksichtigt, u. A. m.

Es lässt sich nun leicht die Kostenberechnung durchführen, nachdem dies Alles festgesetzt ist; wir stellen die Resultate der Rechnung, der bessern Uebersicht wegen, tabellarisch zusammen.

Was den Preis der Pulverladung, für das *rauchlose* Pulver, betrifft, so werden wir, da der Preis der einzelnen Sorten nicht genau bekannt ist, am besten thun und der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir den Preis direkt von der *Leistung* des Pulvers — also von der lebendigen Kraft des Geschosses an der Laufmündung — abhängig machen und den weiter oben angegebenen Preis (Fr. 8. 40 für das kg) bloß als Mittelwerth betrachten. Es ergibt sich nun, zur übersichtlichen Darstellung der Kostenberechnung, folgende *Tabelle*:

Tabelle für die Kostenberechnung der Patronen.

Sistem und Land =	Portugal. M. 86.	Nagant. M. 86.	Dänemark. M. 87.	Oesterreich. M. 88.	Rubin. M. 86.	Hebler. M. 87.	Frankreich. M. 86.	Oesterreich. M. 88, 90.	Deutschland. M. 88.	Belgien. M. 89.	Schweiz. M. 89.	Hebler. M. 90.
Material des Geschossmantels =	Stahl comp.	Stahl comp.	Kupfer	Stahl	Kupfer	Stahl ver- nickelt	Nickel	Stahl	Stahl ver- nickelt	Nickel	Nickel od. an- dere Le- gung	Stahl ver- nickelt
Gewicht der Patronenhülse, in gr	14,5	10,0	12,3	9,0	10,1	7,2	11,2	9,0	10,1	10,3	10,1	9,3
„ des Geschosses, in gr	16,0	15,6	15,5	15,8	14,0	14,0	15,0	15,8	14,5	14,0	14,0	13,1
„ Geschossmantels, in gr	1,7	1,7	2,2	1,7	2,0	1,5	2,2	1,7	1,7	2,0	2,0	1,5
„ Geschosskerns, in gr	14,3	13,9	13,3	14,1	12,0	12,5	12,8	14,1	12,8	12,0	12,0	11,6
„ der Pulverladung, in gr	4,5	3,7	4,9	4,0	4,5	4,0	2,7	2,75	2,75	3,0	2,0	2,7
Auf 60 kg gehen Patronenhülsen	4138	6000	4878	6667	5940	8333	5357	6667	5940	5825	5940	6451
„ 60 kg gehen Geschossmäntel	35294	35294	27272	35294	30000	40000	27272	35294	35294	30000	30000	40000
Materialwerth einer fertigen Patronenhülse .	Cts. 3,48	Cts. 2,40	Cts. 2,95	Cts. 2,16	Cts. 2,43	Cts. 1,73	Cts. 2,69	Cts. 2,16	Cts. 2,43	Cts. 2,47	Cts. 2,43	Cts. 2,23
„ eines fertigen Geschossmantels	0,20	0,20	0,79	0,20	0,72	0,17	1,06	0,20	0,20	0,96	0,96	0,17
„ des Geschosskerns	0,72	0,70	0,67	0,71	0,60	0,63	0,64	0,71	0,64	0,60	0,60	0,58
„ der Pulverladung	1,26	1,04	1,37	1,12	1,26	1,12	2,26	2,11	2,33	2,11	1,98	2,22
Materialwerth der ganzen Patrone	5,66	4,34	5,78	4,19	5,01	3,65	6,65	5,18	5,60	6,14	5,97	5,20
Herstellungskosten für die ganze Patrone .	5,00	4,30	4,70	4,50	4,00	4,00	5,00	4,50	4,50	4,00	4,50	4,00
Mehrkosten:												
für vorstehenden Hülsenrand	0,30	0,30	0,30	0,30	—	—	0,30	0,30	—	—	—	—
für das Komprimiren des Pulvers	—	—	0,20	—	0,20	0,20	—	—	—	—	—	—
für die Compoundgeschosse	—	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
für das Vernickeln der Geschosse	—	—	—	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40
für das Fetten der Patronen	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	—	0,10	—	0,10	0,10	—
für das Abwiegen der Ladungen	—	—	—	—	—	—	0,20	—	0,20	—	0,20	—
für die Scheiben hinter dem Geschoss . .	0,50	—	—	—	0,10	—	0,40	—	0,20	0,20	0,10	—
Preis der fertigen Patrone	11,56	10,04	11,08	9,09	9,41	8,35	12,55	10,08	10,90	10,44	10,87	9,60

100 Millionen Patronen kosten also:

Hebler	M. 90. — =	Fr. 9,600,000. —
Oesterreich	M. 88. 90 =	„ 10,080,000. —
Belgien	M. 89. — =	„ 10,440,000. —
Deutschland	M. 88. — =	„ 10,900,000. —
Schweiz	M. 89. — =	„ 10,870,000. —
Frankreich	M. 86. — =	„ 12,550,000. —

Die übrigen Patronen (Portugal M. 86; Nagant M. 86; Dänemark M. 87; Oesterreich M. 88; Rubin M. 86; Hebler M. 87) werden, als *durchaus veraltet*, hier nicht aufgeführt, da nur solche Patronen, welche mit *rauchlosem* Pulver gefüllt sind, von nun an Interesse bieten und Anspruch auf Einführung erheben können.

Der **Unterschied im Preise**, zwischen der *Heblerpatrone* und der *Lebelpatrone* z. B., würde sich für einen *Kleinstaat* (wie z. B. die Schweiz: 400,000 Gewehre à 200 Patronen; also ca. 80 Millionen Patronen Kriegsvorrath) bei Anfertigung des nöthigen **Munitionsvorrathes** auf 2,360,000 Fr. beziffern.

Für einen *Grossstaat* hingegen (ca. 3,000,000 Gewehre à 200 Patronen; also ca. 600 Millionen Patronen Kriegsvorrath) würde der Unterschied 17,700,000 Fr. betragen.

Wenn man ferner, im Mittel, *fünfmaligen Gebrauch der Hülsen* annimmt, so beträgt, nach bisherigen Erfahrungen über den Munitionsverbrauch, die **alljährliche Ersparniss**, wenn *Heblermunition* statt *Lebelmunition* verwendet wird:

Für einen *Kleinstaat* (wie z. B. die Schweiz) = 308,400 Fr.

„ „ *Grossstaat* = 2,313,000 „

Da ferner die *Heblerpatrone* die dünnste und kürzeste — also überhaupt die *kleinste* — von allen Kleinkaliberpatronen ist, so wird für dieselbe der ganze Verschluss- und Repetirmechanismus kleiner und kompakter, als bei den übrigen Kleinkalibersystemen, was für das Gewehr sowohl eine *Verminderung des Gewichtes*, als auch eine *Preisermässigung* zur Folge haben muss.

Wie hoch sich diese Preisermässigung per Gewehr belaufen wird, ist vorläufig noch nicht genau festzusetzen, jedoch lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die hiedurch an den Gewehren erzielte **Geldersparniss** durchschnittlich wohl 2 bis 3 Fr. pro Gewehr erreichen wird, — im Mittel also 2½ Fr.

Das würde also, bei einer **Neubewaffnung**, eine **Ersparniss** ergeben von:

Bei einem **Grossstaat** = 7,500,000 Fr.

Bei einem **Kleinstaat** = 1,000,000 „

Ausserdem ergibt sich für den *jährlichen Nachschub* der Gewehre ebenfalls eine ziemlich bedeutende **alljährliche Ersparniss** von:

Bei einem Grossstaat = ca. 150,000 Fr.

Bei einem Kleinstaat = ca. 20,000 „

Es ergibt sich also, wenn **Heblermunition** statt **Lebelmunition** verwendet wird, folgende *Ersparniss an Munition und Gewehren zusammen*:

Einmalige Ersparniss: Für einen Kleinstaat = 3,360,000 Fr.

Für einen Grossstaat = 25,200,000 „

Alljährliche Ersparniss: Für einen Kleinstaat = 328,400 „

Für einen Grossstaat = 2,463,000 „

Hätte die **Schweiz** statt der *Patrone M. 89* die **Heblerpatrone** angenommen, so wäre dadurch folgende **Ersparniss an Geld** erzielt worden:

Einmalige Ersparniss = 2,016,000 Fr.

Alljährliche Ersparniss = 162,000 „

8. Knallfreies Pulver und ähnliche Märchen.

In Nr. 215 des „*Bund*“, vom 6. August 1889, steht ein Artikel, betitelt: „*Das neue belgische Repetirgewehr*“, und es kommen darin einige ganz unrichtige Angaben vor, die ich mir zu korrigiren erlauben will, um dem in letzterer Zeit so sehr umsichgreifenden Ausstreuen falscher Nachrichten möglichst entgegenzuarbeiten. Da ich selber den belgischen Versuchen beiwohnte, so bin ich im Falle, ganz genauen Aufschluss hierüber geben zu können. Nachher werde ich mir dann noch einige Bemerkungen über „*knallfreies*“ Pulver u. A. m. erlauben. — — —

Es heisst in dem oben erwähnten Artikel im „*Bund*“, *alle* in Belgien verwendeten Versuchsgewehre haben ein Kaliber von 8 mm. —

Dies ist unrichtig, denn das dort verwendete Mausergewehr hat 7,6 mm und das Schulhofgewehr bloß 7,5 mm Kaliber. —

Ferner heisst es in jenem Artikel, die zur Verwendung kommenden Patronen seien mit dem belgischen, in *Wetteren* hergestellten, sogenannten „*Papierpulver*“, geladen, welches sich „vorzüglich“ bewähren solle. Die Pulverladung, im Gewicht von 2,9 gr, gebe dem Geschoss eine Anfangsgeschwindigkeit von 600 Metern, und der Gasdruck betrage dabei nicht mehr als 1800 Atmosphären. —

Folgendes sind nun die genau richtigen Angaben:

2,9 Gramm Papierpulver, von *Wetteren*, geben dem 14 Gramm schweren Geschoss im 8 Millimeter-Nagantgewehr eine *gemessene Anfangsgeschwindigkeit von 574 Metern*, bei einem *Gasdruck von 3410 Atmosphären*; — ähnlich bei den übrigen Gewehren. —

Man sieht also hieraus, im Vergleich zu den Angaben im „*Bund*“, wie genau und zuverlässig die letztern sind! — (600 Meter statt 574, und 1800 Atmosphären statt 3410.) —

Dieses sogenannte „*Papierpulver*“ von *Wetteren* in *Belgien* ist, wie ich letzthin schon in einem Artikel über „rauchlose“ Pulversorten bemerkte, *ganz und gar unbrauchbar*, denn es gibt viel zu hohen Gasdruck, ziemlich starken Rauch und einen sehr starken, hartkrustigen Rückstand. — — —

Nun werde ich mir gestatten, über „*knallfreies*“ und „*rückstossfreies*“ Pulver auch noch einige Bemerkungen zu machen:

Ich habe in den letzten 8 bis 10 Monaten Gelegenheit gehabt, die hervorragendsten rauchfreien Pulversorten genau kennen zu lernen und damit zu experimentiren; — in den letzten Tagen noch mit dem rauchlosen Pulver von *Avigliana* (bei Turin), das eines der besten, jetzt existirenden ist, abgesehen von seiner viel zu hohen Verbrennungstemperatur, die jedenfalls hauptsächlich vom starken Nitroglizeringehalt herrührt, — und ich fühle mich veranlasst, hier Folgendes zu bemerken:

Knallfreies Pulver ist eine Unmöglichkeit und wird niemals existiren, ebenso wenig, wie es möglich sein wird, jemals ein Pulver herzustellen, welches keinen *Rückstoss* erzeugt. — Beides sind mechanische Unmöglichkeiten! —

Die Stärke des Knalles steht offenbar in direkter Beziehung zum *Volumen*, welches die Pulvergase in dem Moment einnehmen (Hülse plus Lauf), in welchem das Geschoss die Laufmündung verlässt, und

zur *Spannung*, welche die Pulvergase in diesem Moment haben. — Ich bin überzeugt, dass z. B. eine Windbüchse, unter gleichen Umständen, ziemlich genau einen ebenso starken Knall geben würde. —

Die Legende vom „*knallfreien*“ Pulver mag wohl durch das Schiessen mit *blinden* Patronen entstanden sein, bei welchen der Knall schwach genug war, um auf hundert Meter Entfernung beinahe gar nicht mehr vernommen zu werden. — — —

Es ist wirklich erstaunlich, dass solcher Unsinn, wie die Legende vom „*knallfreien*“ und sogar vom „*rückstossfreien*“ Pulver, allgemein geglaubt und stets weiter und weiter verbreitet werden konnte, (auch die *Poesie* hat sich des „*knallfreien*“ Pulvers bereits bemächtigt), so dass schliesslich sogar Leute, die in solchen Sachen doch etwas verstehen sollten, daran glauben konnten! Ich habe sogar von ausländischen *Offizieren* schon Anfragen bekommen, wie es sich denn eigentlich mit dem „*knallfreien*“ und „*rückstossfreien*“ Pulver verhalte und ob das wirklich möglich sei! — Ich habe natürlich in obigem Sinne geantwortet.

Ich hoffe, durch diese Erklärungen Etwas zum bessern Verständniss in diesen Sachen beitragen zu können, und bitte deshalb die verehrten Herren Zeitungsredakteure, diesen Aufsatz, im Interesse der allgemeinen Aufklärung, gefälligst weiter zu verbreiten.

9. Ueber Abnutzung des Laufes und des Patronenlagers. Zukunftspatrone — randlos!

Gegen Einführung der *randlosen* Patrone ist in neuerer Zeit eingewendet worden, es nutze sich, bei lange fortgesetztem Gebrauch des Gewehres (bis zum Unbrauchbarwerden des Laufes), das Hülsenlager derart ab, dass schliesslich der *Konus*, welcher der randlosen Patrone *einzig* als Halt gegen Rutschen nach vorn dient, so weit nach vorn rücke, dass die Patrone zu viel Spielraum in der Längsrichtung erhalte, wodurch dann schliesslich *Versager* eintreten könnten, weil der Schlagstift das Zündhütchen beinahe nicht mehr erreiche. —

Dass dieses Bedenken *durchaus unbegründet und rein haltlos* ist, zeigt uns z. B. schon das Vorgehen der *Schweiz*, welche eine *randlose* Patrone einführt! Auch *Deutschland* führt eine *randlose* Patrone ein! *) —

Betrachten wir aber die Sache etwas näher. —

Machen wir zuerst — der Einfachheit wegen — die mit der Wirklichkeit zwar durchaus nicht stimmende (für unsere Betrachtung viel zu ungünstige) Annahme:

„Die Abnutzung des Laufinnern rühre *einzig* vom „*Putzen*“ her, und das Patronenlager (speziell das *Hülsenlager*) nutze sich durch das „*Putzen*“ ebenso stark ab, wie das Innere des Laufes.“ —

Bis der Lauf unbrauchbar wird, resp. bis er auf die äusserste noch zulässige Grenze erweitert ist, muss er, im Innern, um ca. 0,3 mm, *im Durchmesser*, zunehmen. Nach unserer (ganz unzutreffenden) obigen Annahme wäre, in diesem Fall, dann auch das Hülsenlager um 0,3 mm weiter geworden, und der *Konus*, auf welchen sich gegen vorn die Hülse stützt, wäre dann auch um ca. 0,3 mm nach vorn gerückt. — (Bei steilem Konus etwas weniger, und bei sanftem Konus etwas mehr.) Aber auch in diesem Fall wäre eine sichere Entzündung des Zündhütchens durch den Schlagstift *immer noch vollständig garantirt*, da ja der Schlagstift um wenigstens 1 mm vorsteht, und so das Zündhütchen immer noch stark genug trifft, — wenn dasselbe auch sogar um *mehr* als 0,3 mm nach vorn rücken könnte! — —

Betrachten wir nun aber die Sache genauer, d. h. machen wir eine der Wahrheit näher kommende Annahme:

Durch das hin und wieder vorkommende *Verrosten* der Läufe wird es nöthig, den Lauf *auszuschmirgeln*, resp. in schlimmen Fällen — oder wenn, durch mehrfaches Ausschmirgeln, die Kanten der Felder abgenutzt sind, wodurch die Sicherheit der Führung fraglich wird — sogar zu „*frischen*“. Durch *einmaliges* „*Frischen*“, und das nothwendig darauf folgende Ausschmirgeln wird aber, erfahrungsgemäss, der Lauf *jedesmal* um ca. 0,1 mm weiter, so dass man ihn also *blös* zweimal „*frischen*“ darf, — im alleräussersten Fall dreimal. — Durch das „*Frischen*“ und „*Schmirgeln*“ wird aber die Bohrung viel stärker erweitert als durch das „*Putzen*“, — und wieder durch das „*Putzen*“

*) Auch *Belgien* hat seither eine *randlose* Patrone eingeführt.

bedeutend stärker als durch das Schiessen (Gleiten des Geschosses durch die Bohrung). —

Es lässt sich hierüber folgende, der Wirklichkeit wohl ziemlich nahe kommende Annahme machen:

Die Abnutzung durch das „Putzen“ beträgt höchstens die Hälfte von derjenigen, die durch das „Frischen“ und „Ausschmirgeln“ entsteht, — und die Abnutzung durch das Geschoss selbst ist so gering, dass sie hier gar nicht in Betracht gezogen werden kann.

Es kommen also — von der Erweiterung um 0,3 mm — durchschnittlich etwa 0,2 mm auf „Frischen“ und „Schmirgeln“, *und nur ca. 0,1 mm auf das „Putzen“*. —

Ferner muss man bedenken, dass das *Hülsenlager* — gegenüber dem Lauf und dem Uebergangs-Konus — beinahe rein bleibt beim Schiessen, und also des Putzens nur in sehr geringem Grade bedarf (insbesondere bei den neuen rauchlosen Pulversorten). — Wenn es z. B. nöthig ist, den Putzlappen zehnmal durch den Lauf zu ziehen, bis er rein ist, so genügt es, dies beim Hülsenlager etwa zweimal zu thun.

Um dieses Letztere ganz rein zu halten, genügt es schon vollständig, beim *Einfetten* des Laufinnern, den Fettlappen ein- oder zweimal durch das Hülsenlager zu ziehen. — Es wird also die durch das „Putzen“ entstehende Abnutzung bei den Zügen eine ungleich grössere sein, als beim Hülsenlager, und zwar wird die Letztere höchstens den fünften Theil der Erstern betragen, — also im Ganzen, bis der Lauf unbrauchbar wird, bloß den fünften Theil von 0,1 mm, d. h. 0,02 mm, oder **zwei Hundertstelmmillimeter!** — Oder, mit andern Worten: *Bis der Lauf unbrauchbar wird, rückt der Konus im Hülsenlager (auf welchen sich die Hülse gegen vorn stützt) bloß um ca. 2 Hundertstelmmillimeter nach vorn!* — — (Bei steilem Konus etwas weniger, und bei sanftem Konus etwas mehr, wie in jedem speziellen Fall leicht auszurechnen ist).

Wir sehen hieraus, dass die gegen die randlose Patrone gemachte Einwendung vollständig haltlos ist! —

Ein sicheres Losgehen des Schusses, bei der randlosen Patrone, ist somit, — auch bei dem auf die äusserste zulässige Toleranz erweiterten Laufe, — *vollständig garantirt*, da ja die Hülse nur um ca. 0,02 mm weiter nach vorn rücken kann, als beim neuen Laufe.

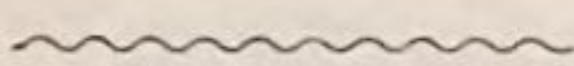
Man lasse also solche ganz grundlose Bedenken einmal fallen, und führe eine **randlose** Patrone ein, bei der Neubewaffung!

Die *randlose* Patrone bietet in jeder Beziehung die grössten Vortheile:

1. Sie ist leichter herzustellen, als die Randpatrone.
2. Sie ist um ca. 1 Gramm leichter, als die Randpatrone.
3. Sie ist wohlfeiler, als die Randpatrone.
4. Sie ist für den Gebrauch im Repetirgewehr der Randpatrone bei weitem vorzuziehen.
5. Das Magazin wird kleiner und leichter, als bei Verwendung der Randpatrone etc.

Ausser der bisherigen Randpatrone, und der randlosen, ist in neuerer Zeit die Idee aufgetaucht, für den Auszieher eine Rinne (Rille) einzudrehen, wie bei der randlosen Patrone, und dann dennoch den Rand um einige Zehntelsmillimeter vorstehen zu lassen. Dies ist, nach meinen obigen Auseinandersetzungen, *ganz zwecklos*, weil das sichere Aufliegen des äusserst schmalen Randes sehr fraglich (*und überhaupt ganz unnöthig*) ist, und dann hauptsächlich deshalb, weil die *randlose* Hülse, wie gezeigt wurde, in allen Fällen, mit vollständigster Sicherheit, auf ihrem Konus aufsitzt, so dass ein absolut sicheres Losgehen des Schusses stets garantirt ist!

Zukunftspatrone — randlos!



10. Bestimmung des höchsten zulässigen Gasdruckes durch Rechnung.

Zu hoher Gasdruck bringt folgende Uebelstände mit sich:

1. Aufbauchen des Patronenlagers.
2. Stauchung der Stützflächen des Verschlusses.

Jeden dieser beiden Fälle werden wir nun besonders behandeln:

1. Aufbauchen des Patronenlagers.

Dasselbe kann nur an der schwächsten Stelle aufgetrieben werden, also da, wo das Gewinde angeschnitten ist. Das Gewinde hat deshalb auch möglichst grossen Durchmesser; dieser kann jedoch, aus praktischen Rücksichten, durchschnittlich nur zirka 24 Millimeter betragen,

bei den verschiedenen Waffen. Der Durchmesser im Grunde des Gewindes beträgt daher im Mittel 22 Millimeter, und auf diesen Durchmesser müssen wir die Rechnung basiren, indem wir denjenigen Theil des Laufes, wo das Gewinde angeschnitten ist, als einen Hohlzylinder von 22 mm. äusserem Durchmesser betrachten. Der innere Durchmesser ist um zirka 0,1 mm. (Spielraum) grösser als der äussere Durchmesser der Patronenhülse; die Wandstärke der Patronenhülse beträgt durchschnittlich 0,4 mm. Beim Schuss legt sich die Hülsenwand fest an die Wände des Patronenlagers an; es ist also dann der innere Durchmesser der Hülse um 0,8 mm. kleiner, als der innere Durchmesser des Patronenlagers.

Man erhält also folgende Zusammenstellung:

Gewehr- und Munitionssystem.	Frankreich. Lebel. M. 86.	Oesterreich. Mannlicher. M. 88. 90.	Hebler. M. 90.
Grösster äusserer Durchmesser der Patronenhülse	13,8 mm	12,5 mm	11,4 mm
Grösster innerer Durchmesser des Patronenlagers	13,9 „	12,6 „	11,5 „
Grösster innerer Durchmesser der Patronenhülse, beim Schuss .	13,1 „	11,8 „	10,7 „
Innere Bodenfläche der Patrone beim Schuss	$\frac{3,14 \cdot 13,1^2}{4} = 134,7 \text{ mm}^2$	$\frac{3,14 \cdot 11,8^2}{4} = 109,3 \text{ mm}^2$	$\frac{3,14 \cdot 10,7^2}{4} = 89,9 \text{ mm}^2$
Also Bodendruck bei 1000 Atm.	1391 kg	1129 kg	929 kg
Beanspruchung der Wände des Patronenlagers auf Zerreißen bei 1000 Atm., in kg pro 1 mm ²	16,77 „	12,97 „	10,52 „

Es beträgt nun, bei Gussstahlläufen, nach Versuchen:

Bruchmodul, für Zerreißen, = zirka 80 kg pro 1 mm².

Elastizitätsmodul, für Zug, = zirka 40 kg pro 1 mm².

Die höchste Beanspruchung darf niemals den Elastizitätsmodul erreichen, sondern muss stets etwas darunter bleiben. Wir nehmen daher für die höchste zulässige Beanspruchung auf Zug pro 1 mm² = 32 kg., also $\frac{4}{5}$ des Elastizitätsmoduls.

Man erhält also, bezüglich Auftreibens des Patronenlagers, folgenden höchstzulässigen Gasdruck:

$$\text{Lebel} = \frac{32}{16,77} \cdot 1000 = 1908 \text{ Atm.}$$

$$\text{Mannlicher} = \frac{32}{12,97} \cdot 1000 = 2467 \text{ Atm.}$$

$$\text{Hebler} = \frac{32}{10,52} \cdot 1000 = 3042 \text{ Atm.}$$

höchster zulässiger Gasdruck hinsichtlich Aufbauchens des Patronenlagers.

Bei dieser Beanspruchung (32 kg pro 1 mm²) hat man also $= \frac{80}{32} = 2,5$ fache Sicherheit gegen Zerreißen des Patronenlagers und 1,25fache Sicherheit gegen Aufbauchen desselben.

2. Stauchung der Stützflächen des Verschlusses.

Bezüglich der Wirkung des Bodendrucks (Stauchung der Stützflächen des Verschlusses) ist zu bemerken, dass man die Stützflächen natürlich möglichst gross macht, — dass sich hierbei jedoch eine bestimmte Grenze nicht überschreiten lässt, konstruktiver Rücksichten wegen.

Für die Stützflächen des Verschlusses und Verschlusskastens (beide aus Stahl) beträgt der Elastizitätsmodul für Druck auch zirka 40 kg pro 1 mm².

Wir nehmen hier, als *höchste zulässige Beanspruchung*, ebenfalls $\frac{4}{5}$ vom *Elastizitätsmodul* an, also 32 kg pro 1 mm².

Die Stützflächen des Verschlusses (ob nun eine einzige oder 2 oder 3 vorhanden sein mögen, bleibt sich für die Rechnung gleich), also die Flächen, welche den Bodendruck gemeinsam auszuhalten haben, kann man aus praktischen Gründen kaum grösser als 90 mm² machen, zusammengekommen.

Das liefert also einen *erlaubten Bodendruck* = $90 \cdot 32 = 2880 \text{ kg}$.

Das entspricht einem *Gasdruck* von:

$$\text{Lebel} = \frac{2880}{1391} \cdot 1000 = 2070 \text{ Atm.}$$

$$\text{Mannlicher} = \frac{2880}{1129} \cdot 1000 = 2551 \text{ Atm.}$$

$$\text{Hebler} = \frac{2880}{929} \cdot 1000 = 3100 \text{ Atm.}$$

höchster zulässiger Druck hinsichtlich Stauchung der Stützflächen.

Diese Grenzwerte für den Gasdruck stimmen annähernd mit den weiter oben gefundenen Werten überein. Wir dürfen also bezüglich des höchsten zulässigen Gasdruckes Folgendes festsetzen in runden Zahlen:

Höchster zulässiger Gasdruck:

	Durchmesser der Patrone	Atm.
Lebel	= 13,8 mm	= 2000 (dicke Patrone).
Mannlicher	= 12,5 „	= 2500 (mittlere „).
Hebler	= 11,4 „	= 3000 (dünne „).

Mit dem Resultat dieser Untersuchungen stimmen auch die bisher gemachten Erfahrungen bezüglich Aufbauchens des Lagers und Stauchung der Stützflächen vollständig überein. In Bezug auf das Festklemmen der Hülsen im Patronenlager ist zu bemerken, dass dieses Festklemmen im Allgemeinen erst bei einem Drucke bemerkbar wird, welcher um mehrere hundert Atmosphären höher ist, als der bei dieser Untersuchung festgesetzte Gasdruck. Das Festklemmen der Hülsen im Lager fängt an, sich unangenehm bemerkbar zu machen etwa bei folgendem Gasdruck:

Bei dicken Patronen (z. B. Lebel) bei zirka 2800 Atm.

Bei mittlern Patronen (z. B. Mannlicher) bei zirka 3500 Atm.

Bei dünnen Patronen (z. B. Hebler) bei zirka 4200 Atm.

Dies ist zugleich ungefähr derjenige Druck, bei welchem das Aufbauchen des Lagers meist schon nach wenigen Schüssen beginnt, bei den meisten Gewehren. (Bei einigen Gewehren schon bei etwas niedrigerem und bei andern erst bei etwas höherem Druck.)

Beurtheilung der neusten Kleinkalibergewehre in Bezug auf Sicherheit gegen Auftreiben des Patronenlagers, sowie bezüglich Stauchung der Stützflächen des Verschlusses.

a) Frankreich. Lebel M. 86.

Bei diesem Gewehr beträgt der maximale Gasdruck im Mittel 2600 Atm.

Die Beanspruchung der schwächsten Stelle des Lagers auf Zer-

reissen resp. Auftreiben beträgt somit $= 16,77 \cdot 2,6 = 43,6$ kg pro 1 mm^2 .

Da der Elastizitätsmodul nur zirka 40 kg beträgt, so ist das also offenbar eine viel zu hohe Beanspruchung, und daher rührt denn auch die bei vielen Lebelgewehren bereits eingetretene Aufbauchung des Patronenlagers.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm^2 beträgt $= \frac{1391 \cdot 2,6}{90} = 40,2$ kg, ist also auch zu hoch, und Stauchungen der Stützflächen werden nicht ausbleiben bei der Masse der Gewehre und bei anhaltendem Gebrauch derselben.

Es wird aber wohl kaum hiezu kommen, da Frankreich *unmöglich* sein ganz veraltetes Lebelgewehr mit Vorderschaftsmagazin beibehalten kann (sammt dem dazu gehörigen Monstrum von Patrone), welches gegen die neusten Kleinkalibergewehre so bedeutend zurücksteht in jeder Beziehung! — Frankreich wird daher unbedingt gezwungen sein, schon in allernächster Zeit (und lange vor Vollendung seiner Bewaffnung mit dem Lebelgewehr) eine zweite Neubewaffnung vorzunehmen, um eine vollkommen den jetzigen Anforderungen entsprechende Bewaffnung zu erhalten, und gegen seine Nachbarn nicht mehr zurückzustehen, sondern dieselben zu überholen!

b) Oesterreich. Mannlicher M. 88. 90.

Bei diesem Gewehr beträgt der Gasdruck im Mittel zirka 2600 Atm.

Die Beanspruchung des Lagers bezüglich Aufbauchung beträgt also $= 12,97 \cdot 2,6 = 33,7$ kg. pro 1 mm^2 .

Der Elastizitätsmodul ist also hiebei noch nicht erreicht.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm^2 beträgt $= \frac{1129 \cdot 2,6}{90} = 32,6$ kg, ist also keine übertriebene.

Hingegen ist die Konstruktion des Verschlussmechanismus nicht dazu angethan, diesen Druck mit Sicherheit auszuhalten, und es werden deshalb, bei der Masse der Gewehre, üble Folgen nicht ausbleiben. *)

*) Seither schon eingetreten. In der „Zürcherischen Freitagszeitung“ Nr. 36, vom 5. September 1890, u. a. Bl. steht, bezüglich der bulgarischen Versuche mit Mannlicher-Gewehren, in grossem Maassstab, folgende Notiz: „Mit ihren neuen Mannlicher-Gewehren machen die Bulgaren auch üble Erfahrungen. Wenigstens 15 in jeder Kompagnie sind unbrauchbar.“

Oesterreich thäte daher sehr gut, baldmöglichst dieses äusserst komplizierte, in jeder Hinsicht unpraktische und zugleich unsichere Gradzuggewehr zu verlassen, bevor noch die Fabrikation gar zu weit vorgeschritten ist, und sich einer nochmaligen Neubewaffnung zu unterziehen, bei welcher sich dann der Uebergang zu kleinerem Kaliber (7,5 mm), sowie zu einer kleinen, leichten, randlosen Patrone von selber verstehen würde. In diesem Falle würde dann die österreichische Bewaffnung eine solche ersten Ranges werden!

c) Deutschland. Mannlicher M. 88.

Bei diesem Gewehr beträgt der Gasdruck 3300 Atm.

Die Beanspruchung des Patronenlagers auf Zerreißen resp. Aufreiben beträgt also (Hülsendurchmesser = 12,5 mm) = $12,97 \cdot 3,3 = 42,8$ kg per 1 mm²; hiebei ist der Elastizitätsmodul bereits überschritten, und die üblen Folgen werden nicht ausbleiben.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm² beträgt = $\frac{1129 \cdot 3,3}{90} = 41,4$ kg, ist also zu hoch, und es wird mit der Zeit Stauchung derselben eintreten.

d) Belgien. Mauser M. 89.

Bei diesem Gewehr beträgt der Gasdruck im Mittel 3650 Atm.

Die Beanspruchung des Patronenlagers auf Zerreißen resp. Aufreiben beträgt also (Hülsendurchmesser = 11,6 mm) = $10,93 \cdot 3,65 = 39,9$ kg pro 1 mm². Hier ist der Elastizitätsmodul gerade erreicht, und bei der Masse der Gewehre werden schlimme Folgen wohl auch nicht ganz ausbleiben.

Es ist nämlich dabei zu bedenken, dass der Gasdruck bei den einzelnen Schüssen variirt, etwa zwischen 3500 und 3800 Atmosphären, und dass somit, etwa bei der Hälfte der Schüsse, dennoch der Elastizitätsmodul mehr oder weniger überschritten wird.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm² beträgt = $\frac{963 \cdot 3,65}{90} = 39,1$ kg pro 1 mm², ist also etwas unter dem Elastizitätsmodul, jedoch wenig.

Diese Beanspruchung ist immerhin so gross, dass gegen Stauchung der Stützflächen wenig Sicherheit vorhanden ist.

e) Schweiz. Schmidt M. 89.

Bei diesem Gewehr beträgt der Gasdruck im Mittel 2200 Atm.

Die Beanspruchung des Lagers bezüglich Aufbauchung beträgt also (Hülsendurchmesser = 12,5 mm) $= 12,97 \cdot 2,2 = 28,5$ kg pro 1 mm². Hier ist also vollkommene Sicherheit gegen Aufbauchung des Patronenlagers vorhanden.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm² beträgt $= \frac{1129 \cdot 2,2}{90} = 27,6$ kg; es ist also, gegen Stauchung derselben, ebenfalls vollkommene Sicherheit vorhanden.

f) Heblergewehr M. 90.

Bei diesem Gewehr beträgt der Gasdruck im Mittel 2600 Atm.

Die Beanspruchung des Lagers bezüglich Aufbauchung beträgt also $= 10,52 \cdot 2,6 = 27,3$ kg. Hier ist also vollständige Sicherheit gegen Aufbauchung des Patronenlagers vorhanden.

Die Beanspruchung der Stützflächen pro 1 mm² beträgt $= \frac{929 \cdot 2,6}{90} = 26,8$ kg; es ist somit gegen Stauchung derselben ebenfalls vollkommene Sicherheit vorhanden.

Noch einige Bemerkungen über den höchsten zulässigen Gasdruck.

Da die Haltbarkeit der Gewehre — resp. der Verschlüsse und des Patronenlagers — sowie das ungestörte Funktionieren des Verschlussmechanismus direkt vom maximalen Gasdruck und vom Durchmesser der Patronenhülse abhängt, so ist es von der allerhöchsten Wichtigkeit — an Hand massgebender Versuche und Erfahrungen — sowie auch durch Rechnung — bestimmen zu können, welches die höchste zulässige Grenze ist, welche für den Gasdruck festgesetzt werden muss, für jedes Gewehr- und Munitionssystem.

Uebersteigt der Gasdruck diese Grenze, so riskiert man, dass nicht alle Gewehre — resp. Verschlüsse — demselben gewachsen sind; es tritt dann, bei einer gewissen Prozentzahl der Gewehre, bald der sehr schlimme Fall ein, dass sich die Stützflächen des Verschlusses stauchen, wodurch der Verschlusszylinder immer weiter nach rückwärts gedrängt

wird: dadurch gewinnt das Patronenlager an Länge, d. h. die darin befindliche Patrone an Spielraum in der Längsrichtung, und dieser Spielraum nimmt von Schuss zu Schuss immer mehr zu, bis endlich ein Ausbruch der Gase beim Auszieherschlitz stattfindet, wodurch der Auszieher — oder ein Theil desselben — abgerissen und weggeschleudert wird, so dass der Schütze oder eine nahe dabei befindliche Person schwer verletzt werden kann.

Bei zu hohem Gasdruck findet auch leicht ein Aufbauchen des Patronenlagers statt, bei einer gewissen Prozentzahl der Gewehre, und das um so mehr, eine je grössere Anzahl von Schüssen aus jedem Gewehr abgegeben wird.

Uebersteigt der Gasdruck die zulässige Grenze bedeutend, so kommen ferner auch häufig Hemmungen und Störungen im Funktioniren des Verschlussmechanismus vor, weil sich dann die Hülsen mitunter im Patronenlager festklemmen; dies Alles muss natürlich bei einem brauchbaren Kriegsgewehr vermieden werden.

Je weiter man also *unter* der für den Gasdruck festgesetzten höchstzulässigen Grenze bleiben kann, desto sicherer ist man, dass bei keinem einzigen Gewehr die oben geschilderten Uebelstände und die damit verbundenen — und sich stets auf's Neue wiederholenden — kostspieligen und zeitraubenden Reparaturen eintreten können.

Aus allen bis jetzt gemachten und bekannt gewordenen Erfahrungen, sowie auch — ganz damit übereinstimmend — aus der Rechnung, geht nun hervor, dass es rathsam ist, — sowohl in Bezug auf das Stauchen der Stützflächen des Verschlusses, als auch bezüglich des Aufbauchens des Patronenlagers, — für den *höchsten zulässigen Gasdruck* folgende Grenzen nicht zu überschreiten:

Durchmesser der Patrone	Zulässiger Gasdruck		
13,8 mm (Lebel)	2000 Atm. (dicke Patr.),		
12,5 „ (Mannlicher)	2500 „ (mittlere „),		
11,4 „ (Hebler)	3000 „ (dünne „),		
Nun beträgt aber der <i>maximale Gasdruck</i> im Mittel beim			
		Atm.	Durchm. d. Patr.
Französischen Lebelgewehr, M. 86		2600	13,8 mm
Oesterreichischen Mannlichergewehr, M. 88. 90		2600	12,5 „
Deutschen Mannlichergewehr, M. 88		3300	12,5 „

Belgischen Mausergewehr, M. 89	3650	11,6	mm
Schweizerischen Schmidtgewehr, M. 89	2200	12,5	„
Heblergewehr, M. 90	2600	11,4	„

Beim *Lebelgewehr*, beim *Deutschen Gewehr* und beim *Belgischen Mausergewehr* ist also der *Gasdruck* ganz unzulässig hoch für ein brauchbares *Kriegsgewehr*.

Beim *Oesterreichischen Mannlichergewehr* übersteigt er die erlaubte Grenze ebenfalls, jedoch nur unbedeutend.

Beim *Schweizerischen Schmidtgewehr* ist er sogar bedeutend unter der erlaubten Grenze.

Beim *Heblergewehr* M. 90 ist der *Gasdruck* ebenfalls bedeutend unter der erlaubten Grenze.

Die schlimmen Folgen des zu hohen *Gasdruckes* werden sich in Frankreich (wie es auch schon geschehen ist), Deutschland und Belgien, sobald die Masse der Gewehre in Gebrauch kommt, sehr unangenehm bemerkbar machen, und das wird den übrigen Staaten, die noch vor der Neubewaffnung stehen, zur ernststen Warnung dienen, unter keinen Umständen ein Gewehr- und Munitionssystem einzuführen, bei welchem der *Gasdruck* — mit Rücksicht auf den Durchmesser der Patrone — zu hoch ist!

Man wird sogar gut thun, den *Gasdruck* wenn möglich um einige hundert Atmosphären tiefer zu halten, als oben für zulässig angegeben wurde, und z. B. bei Einführung einer *dünnen* Patrone nicht über 2600 Atmosphären zu gehen!

Dann ist man vollkommen sicher, dass jeder beliebige Verschluss- und Repetirmechanismus stets tadellos funktionieren wird, und dass ein Aufbauchen des Lagers oder eine Stauchung der Stützflächen des Verschlusses niemals vorkommen kann.

Wenn man den jetzigen Anforderungen genügen will, so kann von Einführung einer mittlern oder gar einer dicken Patrone überhaupt keine Rede mehr sein; nur eine kleine, schlanke Patrone (natürlich randlos) ist im Stande, den jetzigen hohen Anforderungen in jeder Richtung vollständig zu genügen, und nur eine solche hat demnach Chance, von den Staaten, die noch vor der Neubewaffnung stehen, eingeführt zu werden!

Mit dem *Gasdruck* gehe man aber, wenn möglich, nicht über 2600, oder, im äussersten Fall, nicht über 3000 Atmosphären!

11. Ueber die Erhitzung des Laufes und des Geschosses pro Schuss.

Wir machen folgende, für die Gewehre kleinsten Kalibers zutreffende Annahmen:

$$\text{Ganze Lauflänge} = 760 \text{ mm} = 0,76 \text{ m.}$$

$$\text{Gewicht des Laufes} = 1,357 \text{ kg.}$$

Die Reibung des Geschosses in den Zügen findet statt auf einer Länge von $700 \text{ mm} = 0,7 \text{ m.}$ Reibung des Geschosses im Laufe = 50 kg. Es ist nun:

Ausdehnung des Stahles, bei 100° C. Temperaturerhöhung $\parallel 0,001078$ seiner Länge.

Also Ausdehnung des Laufes, bei einer Temperaturerhöhung um $100^\circ = 0,001078 \cdot 760 = 0,82 \text{ mm.}$

$$\text{Spezifische Wärme des Stahles (Lauf)} = 0,1185.$$

$$\text{„ „ „ Bleies (Geschoss)} = 0,0314.$$

Mechanisches Aequivalent der Wärmeeinheit = $424 \text{ mkg, d. h. } 424 \text{ mkg} = 1 \text{ Calorie oder Wärmeeinheit.}$

Also $17,5 \text{ mkg} = 0,04128 \text{ Calorien oder Wärmeeinheiten.}$ Es ist ferner:

$$\text{Arbeit der Reibung im Laufe} = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ mkg.}$$

Es wird also verwendet auf Erhitzung:

$$\text{des Laufes} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mkg pro Schuss,}$$

$$\text{„ Geschosses} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mkg „ „}$$

Es sei ferner das Gewicht des Geschosses = $13,1 \text{ gr} = 0,0131 \text{ kg.}$

Um den Lauf um 1° C. zu erwärmen, sind $1,357 \cdot 0,1185 = 0,1608 \text{ Calorien}$ nöthig.

Um das Geschoss um 1° C. zu erwärmen, sind $0,0131 \cdot 0,0314 = 0,0004113 \text{ Calorien}$ nöthig.

Also Erhitzung pro Schuss:

$$\text{des Laufes} = \frac{0,04128}{0,1608} = 0,2567^\circ = \text{ca. } \frac{1}{4}^\circ \text{ C.}$$

$$\text{des Geschosses} = \frac{0,04128}{0,0004113} = 100,4^\circ \text{ C.}$$

von der Reibung des Geschosses im Laufe herrührend.

Nun beträgt aber, nach Versuchen, die Erwärmung des Laufes pro Schuss bei den Gewehren kleinsten Kalibers 4,5 bis 5,0° C., nämlich:

Erwärmung des Laufes, pro Schuss, bei normalem Laufgewicht: Beim 7,5 mm Kaliber = 4,5°; beim 8,0 mm Kaliber = 5,0°.

Diese Erwärmung rührt zum Theil von den glühenden Pulvergasen und zum Theil von der Reibung des Geschosses im Laufe her.

Die Erwärmung des Laufes, von der Reibung des Geschosses herrührend, beträgt, wie wir fanden, = $\frac{1}{4}$ ° C.

Folglich kommt auf die Erwärmung durch die glühenden Pulvergase, pro Schuss, bei normalem Laufgewicht: Beim 7,5 mm Kaliber $4\frac{1}{4}$ ° C.; beim 8,0 mm Kaliber $4\frac{3}{4}$ ° C.

Die Erhitzung des Laufes rührt also, zum weitaus grössten Theile, von den glühenden Pulvergasen, und nur zum kleinsten Theile von der Reibung des Geschosses im Laufe her, und zwar etwa im Verhältniss von $4\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{4}$, oder 18 zu 1.

Des Geschoss kann durch die glühenden Pulvergase so viel wie gar nicht erhitzt werden, weil dieselben nur auf seine Bodenfläche wirken können; seine Erhitzung beträgt daher kaum mehr als ca. 100° C., und zwar wird der Mantel, der direkt der Reibung ausgesetzt ist, natürlich weit mehr erhitzt, als der Geschosskern, und erst während des Fluges findet dann eine theilweise Ausgleichung zwischen der Temperatur des Mantels und Geschosskerns statt.

Erhitzung des Laufes bei anhaltendem Schnellfeuer.

Ist der Lauf nicht von einem Laufmantel eingeschlossen, — kann er sich also abkühlen, — so steigt seine Temperatur nur bei den ersten paar Schüssen proportional mit der Schusszahl, d. h. per Schuss um $4\frac{1}{2}$ bis 5°, aber nur so lange als seine Wärmeabgabe nach aussen verschwindend klein bleibt.

Je heisser der Lauf wird, um so mehr Wärme verliert er durch Abkühlung von einem Schuss bis zum nächsten und schliesslich kommt es bei lange anhaltendem Schnellfeuer dazu, dass der Lauf endlich eine so hohe Temperatur erreicht, dass er, von einem Schuss bis zum nächsten, genau so viel Wärme verliert, als er pro Schuss aufnimmt; er befindet sich dann also im Beharrungszustand, d. h. er wird durch noch länger fortgesetztes Schnellfeuer nicht mehr heisser.

Diese Grenze für die Erhitzung des Laufes hängt ab von der äussern Temperatur und von der Zeit, die von einem Schuss bis zum nächsten vergeht.

Aber auch unter den ungünstigsten Verhältnissen, — d. h. bei sehr hoher Lufttemperatur und möglichst schnellem Schiessen, — erreicht die Temperatur des Laufes, wenn seine Abkühlung nicht verhindert wird, niemals einen solchen Grad, dass die Züge Schaden leiden könnten.

Ist hingegen der Lauf von einem sogenannten Laufmantel eingeschlossen, so kann er sich — bei unrichtig konstruirtem Laufmantel — gar nicht, oder doch nur äusserst unbedeutend abkühlen, da er stets von der nämlichen heissen Luft umgeben ist, und dann steigt bei anhaltendem Schnellfeuer die Temperatur des Laufes proportional mit der Schusszahl, d. h. bei jedem Schuss um gleich viel Grade, und dann erreicht der Lauf endlich eine solche Temperatur, dass die Züge durch das Geschoss ruinirt werden, welches auch das Material des Geschossmantels und die Gestalt des Zugprofils sein mag. (Bei seichten eckigen Zügen wird dies am schnellsten eintreten.)

Um sich hievon einen angenähert richtigen Begriff machen zu können, müssen wir vorerst bedenken, dass der im Laufmantel eingeschlossene Lauf bedeutend leichter gemacht werden muss, als es sonst der Fall ist, und dies geschieht deshalb, damit das Gewehr (durch das Gewicht des Laufmantels vermehrt) nicht zu schwer wird. Der im Laufmantel eingeschlossene Lauf muss deshalb so leicht als nur irgend möglich gemacht werden.

Deshalb erwärmt sich ein solcher Lauf nicht mehr blos um $4\frac{1}{2}$ bis 5° pro Schuss, sondern seinem geringern Gewichte entsprechend um $5\frac{1}{2}$ bis 6° , nämlich:

Erwärmung des Laufes, pro Schuss, wenn er im Laufmantel eingeschlossen und seine Abkühlung dadurch verhindert ist:

Beim 7,5 mm Kaliber um $5,5^{\circ}$; beim 8,0 mm Kaliber um $6,0$.

Bei einem Schnellfeuer von 80 Schüssen erhitzt sich somit der vom Laufmantel eingeschlossene 8 mm Lauf um $80 \cdot 6 = 480^{\circ}$, und bei 100 Schüssen um $100 \cdot 6 = 600^{\circ}$. Beträgt dabei die äussere Temperatur $+ 20^{\circ}$ C., so hat also der Lauf eine Temperatur:

Bei 80 Schüssen Schnellfeuer = 500° ;

„ 100 „ „ = 620° .

Der vom Laufmantel eingeschlossene 8 mm Lauf erhitzt sich also, bei 100 Schüssen Schnellfeuer, bis auf ca. 620° C., oder, wenn man bei so hoher Temperatur die Abkühlung des Laufes durch den Laufmantel hindurch (die aber jedenfalls sehr unbedeutend ist), in Anschlag bringt, doch noch auf ca. 550 bis 600° C., d. h. bis zur Glühhitze, und die Züge werden vollständig ruinirt, so dass man den Lauf durch einen neuen Lauf ersetzen muss.

Noch einige Bemerkungen über den Laufmantel.

Obschon der Laufmantel in einigen Beziehungen unbedingt sehr vortheilhaft ist, so bleibt er dennoch, aus dem soeben angegebenen Grunde, ganz unanwendbar, so lange er derart eingerichtet ist, dass er die Abkühlung des Laufes verhindert.

Ein als Laufmantel dienendes Stahlrohr hat überdies noch den Nachtheil, dass dasselbe nach einer gewissen Anzahl von Schüssen dennoch so heiss wird, dass man es nicht mehr anfassen kann; ferner ist ein solcher Laufmantel sehr leicht Beschädigungen ausgesetzt, so dass er bald voller Beulen ist.

Der Laufmantel muss also bezüglich seines Materials und seiner Konstruktion derart beschaffen sein:

1. Dass sich der Lauf ungehindert ausdehnen und auch, auf seiner ganzen Länge, ungehindert abkühlen kann.
2. Dass man, auch nach beliebig langem Schnellfeuer, das Gewehr doch noch mit der Hand umfassen kann, ohne sich zu verbrennen.
3. Dass er nicht so leicht Beschädigungen ausgesetzt ist.

Die noch vor der Neubewaffnung stehenden Staaten werden sich eingehend mit der Lösung dieser Aufgabe zu befassen haben.

12. Das Nachbrennen beim Schuss; seine Ursachen und Folgen.

(Für rauchfreies Pulver.)

In neuerer und neuster Zeit ist es mehrfach vorgekommen dass, aus verschiedenen Ländern (England, Italien, Oesterreich etc.) über die mit rauchlosem Pulver dort angestellten Versuche berichtet wurde, die

Erhitzung des Laufes, bei Schnellfeuer, sei so gross, dass die Läufe dadurch ruinirt werden.

Bei dem Pulver von Avigliana (Italien) wirkt dabei gewiss auch dessen hoher Gehalt an Nitroglycerin (wenigstens theilweise) mit; bei den übrigen rauchlosen Pulvern jedoch fällt eine derartige Erklärung dahin, und man muss nach einer andern suchen.

Bei den wichtigsten Blättchenpulvern (Frankreich, Walsrode, Spandau) ist meines Wissens eine Klage solcher Art bis jetzt noch nicht vorgekommen, sondern nur bei den weiter oben erwähnten Kornpulversorten (Körner in Bruchstücken oder auch der Kugelform sich nähernd).

Das Aviglianapulver (Körner in Form von Würfeln) kann als Kornpulver, oder auch als spezieller Fall des Blättchenpulvers betrachtet werden.

Woher rührt nun diese auffallend grosse, ganz übermässige Erhitzung des Laufes, bei Verwendung einiger Kornpulversorten?

Dies zu beantworten, ist unsere Aufgabe, und wir wollen versuchen, dieselbe zu lösen.

Beim Schiessen mit *blinden* Patronen hat man gefunden, dass sich, bei gleich schnellem Schiessen, der Lauf im Allgemeinen stärker erhitzt als beim Schiessen mit *scharfen* Patronen. — Diese Thatsache erscheint noch um so auffallender, wenn man bedenkt, dass bei blinden Patronen die Ladung viel kleiner ist als bei scharfen, und dass auch, da die Vorlage (Papierpfropf, Holzpfropf etc.) viel leichter ist, als das bei scharfen Patronen in Verwendung kommende Geschoss, nothwendig der maximale Gasdruck, sowie die Verbrennungstemperatur viel geringer sein muss, als bei scharfer Munition. Woher rührt denn die oben angegebene Erscheinung?

Bei blinder Munition dauert die Verbrennung des Pulvers bedeutend länger, weil sie bei viel geringerem Gasdruck und niedrigerer Verbrennungstemperatur vor sich geht, als bei scharfer Munition.

Es ist deshalb die Einwirkung der glühenden Pulvergase auf den Lauf von *bedeutend längerer Dauer* bei blinder Munition, so dass hiedurch der geringere Gasdruck und die niedrigere Verbrennungstemperatur mehr als aufgewogen wird, und eine höhere Erhitzung des Laufes stattfindet, als bei scharfen Patronen. Wir wollen uns das in folgender Weise noch deutlicher zu veranschaulichen suchen:

Beim scharfen Schuss (bei richtiger Grösse der Pulverkörner)

dauert die Verbrennung des Pulvers höchstens so lange, bis das Geschoss die Mündung verlässt, also kaum $\frac{1}{400}$ einer Sekunde; beim blinden Schuss hingegen mag die Verbrennung wohl $\frac{1}{10}$ Sekunde, oder länger, andauern.

Hiernach lässt sich nun begreifen, warum beim blinden Schuss, trotzdem die Pulvergase mit geringerer Intensität auf Erhitzung des Laufes wirken, dennoch dieselbe eine höhere ist, — *nämlich wegen der bedeutend längern Dauer der Einwirkung!* —

Nach dieser einleitenden Betrachtung gehen wir nun dazu über, das *Nachbrennen beim Schuss, seine Ursachen und Folgen*, näher zu behandeln.

Denken wir uns ein Gewehr und die dazu dienende Patrone; das Pulver — wir wollen uns rauchloses Kornpulver denken — soll so beschaffen sein, dass es gerade vollständig verbrennen (sich in Gas auflösen) mag, bis das Geschoss die Mündung verlässt; der Durchmesser des Pulverkorns betrage dabei z. B. 0,5 mm. Nun wollen wir uns wieder das nämliche Gewehr und dieselbe Patrone denken; die Ladung sei gleich gross wie vorher, bestehe nun aber aus Körnern von durchschnittlich 1,5 mm Durchmesser (also dreimal grössere Dimensionen als vorher).

Nun mag natürlich das Pulver nicht mehr vollständig verbrennen, während das Projektil den Lauf passirt; es verbrennt jetzt nur noch eine verhältnissmässig dünne Schichte an der Oberfläche jedes Pulverkorns; die Dicke dieser Schichte wird, wie leicht einzusehen, ca. 0,25 mm betragen. Es bleibt also, wenn das Geschoss die Mündung verlässt, noch ein in Verbrennung begriffenes Korn übrig von ca. 1 mm Durchmesser; *dieses verbrennt erst* (mehr oder weniger vollständig), *nachdem das Geschoss den Lauf verlassen hat*, und diese Verbrennung wird unter geringem Druck und verhältnissmässig niedriger Temperatur vor sich gehen, ganz wie beim weiter oben behandelten blinden Schuss. Es wird hiebei also nothwendig ebenfalls eine sehr hohe, ganz auffallend starke Erhitzung des Laufes eintreten, so dass dadurch schliesslich die Läufe ruinirt werden (bei vollständig abschliessendem Laufmantel schon beim ersten anhaltenden Schnellfeuer), oder wenigstens die Anwendbarkeit des betreffenden Pulvers sehr fraglich wird. — Aus unserer Betrachtung ergibt sich nun klar, woher diese Erscheinung rührt: — *Das verwendete Pulverkorn ist zu gross und mag nicht vollständig ver-*

brennen, während das Geschoss den Lauf passirt; es verbrennt erst nachher (mehr oder weniger vollständig), so dass also das sogenannte Nachbrennen, und dadurch eben die übermässige Erhitzung des Laufes stattfindet.

Hiebei will ich noch bemerken, dass, da jetzt, wie leicht zu berechnen ist, nur noch ca. $\frac{5}{7}$ der Ladung verbrennen, während das Projektil durch den Lauf gleitet, die Anfangsgeschwindigkeit um ca. $\frac{1}{7}$ kleiner ausfällt, als vorher; statt z. B. 630 m, wird man jetzt also (des zu grossen Kornes wegen) nur noch ca. 540 m haben. Hieraus ist ersichtlich, welche Nachtheile die Verwendung zu groben Kornen mit sich bringt: *Verlust an Geschwindigkeit und übermässige Erhitzung des Laufes.*

Hingegen hat man den Vortheil, *dass der maximale Gasdruck erheblich abnimmt*; betrug derselbe z. B. bei 0,5 mm Korndurchmesser 3000 Atmosphären, so erreicht er nun, bei 1,5 mm Korndurchmesser, kaum 1800 Atmosphären.

Dieser Vortheil (geringerer Gasdruck) mag auch hauptsächlich zur Verwendung von zu grobem Pulverkorn verleitet haben.

Der dadurch entstehende Nachtheil (Verlust an Geschwindigkeit und übermässige Erhitzung des Laufes) ist jedoch so gross, dass man gezwungen sein wird, wieder zu so kleinem Korndurchmesser zurückzukehren, dass eine vollständige Verbrennung der Ladung stattfinden kann, bevor das Geschoss die Mündung verlässt. Allerdings hat man dann wieder mit zu hohem Gasdruck zu kämpfen.

Ueber die vollständige Beseitigung dieses Uebelstandes (des zu hohen Gasdruckes) behalte ich mir vor, demnächst eine eingehendere Abhandlung in einem Fachblatte, oder in Form einer Broschüre erscheinen zu lassen.

Warum beim Blättchenpulver der erwähnte Uebelstand (zu grosse Erhitzung des Laufes) bis jetzt nicht vorkam, wird sofort klar, wenn man bedenkt, dass man, bei Anwendung von quadratischen Blättchen (ca. 0,3 mm dick und 3 mm Seite), viel zu viel an Anfangsgeschwindigkeit einbüssen würde, wenn die Blättchen zu dick wären, so dass sie nicht vollständig verbrennen möchten, während das Geschoss den Lauf passirt. — Denke man sich z. B. das Blättchen 0,9 mm dick (statt 0,3 mm), also auch dreimal dicker als zuvor, so würde die Anfangsgeschwindigkeit, wenn sie vorher z. B. 630 m betrug, jetzt nur noch

ca. 360 m betragen — der Verlust wäre also viel zu gross; — man war daher gezwungen, bei Verwendung von Blättchenpulver die Dicke der Blättchen stets so zu wählen, dass eine vollständige Verbrennung derselben stattfinden konnte, bevor das Projektil die Mündung verliess. Daher fand denn auch beim Blättchenpulver kein Nachbrennen und in Folge dessen auch keine übermässige Erhitzung des Laufes statt.

Beim Kornpulver hingegen kann man den Durchmesser des Kornes ziemlich beträchtlich vergrössern (auch beim Würfelpulver), ohne an Geschwindigkeit viel einzubüssen; man nehme z. B. (statt 0,5 mm) 0,8 mm Durchmesser des Pulverkorns, so wird die Geschwindigkeit kaum um 20 m. abnehmen, d. h. immer noch über 610 m betragen (statt 630 m); der Gasdruck wird dann ca. 2400 Atmosphären betragen, statt 3000 Atmosphären. — Aber man hat dann das *Nachbrennen* beim Schuss, und in Folge dessen eine *unzulässig hohe Erhitzung des Laufes!*

Um dies zu vermeiden, ist man also gezwungen, auch beim Kornpulver den Durchmesser der Körner so zu bemessen, d. h. so klein zu machen, dass dieselben, während das Geschoss den Lauf passirt, vollständig verbrennen mögen.

Durch welches Mittel der hiebei entstehende höhere Gasdruck zu erniedrigen ist, soll, wie bereits gesagt wurde, in einem Fachblatt, oder in einer demnächst erscheinenden Broschüre gezeigt werden.

Möge durch diesen Aufsatz die öffentliche Aufmerksamkeit auf den behandelten schlimmen Uebelstand gelenkt und dadurch dessen Vermeidung erleichtert werden!

13. Aufstellung einer empirischen Formel, zur Berechnung der Durchschlagskraft, unter der Voraussetzung, dass sich das Geschoss, beim Eindringen, nicht deformire.

Diese Formel bezieht sich also blos auf *Mantelgeschosse*, und gibt nur dann richtige Resultate, wenn sich das Geschoss nicht deformirt.

Wenn, beim Durchdringen eines Körpers, das Geschoss nicht

deformirt wird, so ist die Eindringungstiefe (Durchschlagskraft), wie durch Versuche konstatirt und auch leicht zu begreifen ist, dem Geschossgewicht und dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit*) direkt proportional, und dem Geschossquerschnitt in der Luft umgekehrt proportional.

Es bezeichne:

d_2 Geschossdurchmesser in der Luft (Durchmesser des Laufes in den Zügen) in Millimetern.

Q_2 Geschossquerschnitt in der Luft, in Quadratmillimetern.

$$\text{Es ist also: } Q_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$$

D Durchschlagskraft (Eindringungstiefe) des Geschosses, in Centimetern.

G' Gewicht des Geschosses, in Grammen.

v Geschwindigkeit des Geschosses, beim Beginn des Eindringens, in Metern.

α Ein Coëfficient, welcher vom Material abhängt, das vom Geschoss durchdrungen werden soll.

Es lässt sich also für D folgende *empirische Formel* aufstellen:

$$\underline{\underline{D = \alpha \cdot \frac{G' \cdot v^2}{Q_2}}} \quad \dots \text{ Durchschlagskraft (Eindringungstiefe) des Geschosses, in Centimetern.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Für weiches Tannenholz ist: } \alpha = 0,0012. \\ \text{Für hartes Tannenholz ist: } \alpha = 0,0009. \end{array} \right\}$$

Man erhält nun, nach dieser Formel (keine Deformirung des Geschosses vorausgesetzt), folgende *Tabelle*, für die *Durchschlagskraft*:

Die *eingeklammerten* Zahlen geben die *wirkliche* Durchschlagskraft.

Bei *Stahlmantel* ist die *wirkliche* Durchschlagskraft *identisch mit der berechneten*, weil sich das Stahlmantelgeschoss nicht deformirt, unter gewöhnlichen Umständen.

*) In Bezug auf die Geschossgeschwindigkeit bloß näherungsweise richtig, wie in einem spätern Kapitel ausführlich gezeigt werden soll. Diese Formel ist also bloß als eine *Näherungsformel* zu betrachten.

Tabelle für die Durchschlagskraft.

Sistem und Land	Kaliber mm	d_2 mm	Q_2 qmm	G' gr	Material des Mantels	Ladung gr.	Art des Pulvers	Distanz m	v m	D in Centimetern		
										für weiches Tannenholz	für hartes Tannenholz	
Kropatschek. <i>Portugal.</i> M. 86. Nagant. M. 86. <i>Dänemark.</i> M. 87. Mannlicher. <i>Oesterreich.</i> M. 88. Rubin. M. 86. Hebler. M. 87.	8,0	8,2	52,8	16,0	Stahl (comp.)	4,5	Schwarz- pulver	0	537	105	(105)	78,6 (78,6)
	8,0	8,2	52,8	15,6	Stahl (comp.)	3,7	Schwarz- pulver	800	278	28,1	(28,1)	21,0 (21,0)
	8,0	8,2	52,8	15,5	Kupfer	4,9	Schwarzpulv. (kompr.)	0	496	87,2	(87,2)	65,4 (65,4)
	8,0	8,4	55,4	15,8	Stahl	4,0	Schwarz- pulver	800	263	24,6	(24,6)	18,4 (18,4)
	7,5	7,7	46,5	14,0	Kupfer	4,5	Schwarzpulv. (kompr.)	800	548	106	(34,0)	79,3 (25,5)
	7,5	7,8	47,8	14,0	Stahl	4,0	Schwarzpulver (K. A. P.) (kompr.)	800	276	26,9	(22,3)	20,2 (16,7)
Lebel. <i>Frankreich.</i> M. 86. Mannlicher. <i>Oesterreich.</i> M. 88. 90. Mannlicher. <i>Deutschland.</i> M. 88. Mauser. <i>Belgien.</i> M. 89. Schmidt. <i>Schweiz.</i> M. 89. Hebler. M. 90.	8,0	8,3	54,1	15,0	Nickel	2,7	Rauchloses Pulver	0	630	132	(80,7)	99,0 (60,5)
	8,0	8,4	55,4	15,8	Stahl	2,75	Rauchloses Pulver	800	286	27,2	(24,6)	20,4 (18,5)
	7,9	8,2	52,8	14,5	Stahl	2,75	Rauchloses Pulver	0	630	136	(136)	102 (102)
	7,6	7,76	47,3	14,0	Nickel	3,0	Rauchloses Pulver	800	289	28,6	(28,6)	21,5 (21,5)
	7,5	7,7	46,5	14,0	Legirung	2,0	Rauchloses Pulver	0	640	135	(135)	101 (101)
	7,5	7,8	47,8	13,1	Stahl	2,6	Rauchloses Pulver	800	287	27,2	(27,2)	20,4 (20,4)

14. Berechnung der Tourenzahl n , welche das Geschoss, beim Verlassen der Laufmündung haben muss, pro Sekunde, damit seine Achse genügende Stabilität erhalte.

Es bezeichne:

l_1 Länge des Geschosses, in Millimetern.

d_1 Grösster Durchmesser des Geschosses, in Millimetern.

α Ein Coëfficient, welcher davon abhängt, ob das Geschoss Papierumhüllung hat, oder einen Metallmantel.

Es ergibt sich, für n , folgende empirische Formel:

$$\underline{\underline{n = \alpha \cdot \frac{l_1}{d_1^2} \text{ *)}}}$$

Nach der Erfahrung ergeben sich, für α , folgende Werthe:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 3500 \text{ für Geschosse mit Papierumhüllung.} \\ \alpha = 4400 \text{ für Geschosse mit Metallmantel.} \end{array} \right\}$$

Man erhält nun, nach dieser Formel:

1. Martini-Henri-Gewehr. M. 71. (Kaliber 11,43.)

$$\underline{n} = 3500 \cdot \frac{32,2}{11,43^2} = \underline{863}. \text{ (Wirkliche Tourenzahl} = \frac{41600}{56} = 743.)$$

2. Gras-Gewehr. M. 74. (Kaliber 11,0.)

$$\underline{n} = 3500 \cdot \frac{27}{11^2} = \underline{781}. \text{ (Wirkliche Tourenzahl} = \frac{45000}{55} = 818.)$$

3. Mauser-Gewehr. M. 71. (Kaliber 11,0.)

$$\underline{n} = 3500 \cdot \frac{27,5}{11^2} = \underline{795}. \text{ (Wirkliche Tourenzahl} = \frac{44000}{55} = 800.)$$

4. Schweizerisches Vetterligewehr. M. 69. (Kaliber 10,4.)

$$\underline{n} = 3500 \cdot \frac{25}{10,65^2} = \underline{771}. \text{ (Wirkliche Tourenzahl} = \frac{43000}{66} = 651.)$$

*) Diese Formel gibt richtigere und zuverlässigere Resultate, als die im II. Theil dieses Werkes angegebene Formel; man wolle sich also, zur Berechnung von n , stets dieser Formel hier bedienen.

5. Portugiesisches Kropatschek-Gewehr. M. 86. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{32,5}{8,2^2} = \underline{2127}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{53700}{28} = 1918.)$$

6. Nagant-Gewehr M. 86. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{31,5}{8,3^2} = \underline{2012}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{49600}{25} = 1984.)$$

7. Dänisches-Gewehr. M. 87. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,4}{8,2^2} = \underline{1989}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{54800}{30} = 1827.)$$

8. Oesterreichisches Mannlicher-Gewehr. M. 88. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{31,8}{8,2^2} = \underline{2081}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{52900}{25} = 2116.)$$

9. Rubin-Gewehr. M. 86. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,4}{7,9^2} = \underline{2143}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{55100}{27} = 2041.)$$

10. Hebler-Gewehr. M. 87. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,0}{8,0^2} = \underline{2062}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{60000}{28} = 2143.)$$

11. Französisches Lebel-Gewehr. M. 86. (Kaliber 8,0)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,7}{8,2^2} = \underline{2009}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{63000}{24} = 2625.)$$

12. Oesterreichisches Mannlicher-Gewehr. M. 88. 90.
(Kaliber 8,0.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{31,8}{8,2^2} = \underline{2081}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{63000}{25} = 2520.)$$

13. Deutsches Mannlicher-Gewehr. M. 88. (Kaliber 7,9.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{32,0}{8,1^2} = \underline{2146}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{64000}{24} = 2667.)$$

14. Belgisches Mauser-Gewehr. M. 89. (Kaliber 7,6.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,8}{7,9^2} = \underline{2171}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{62000}{25} = 2480.)$$

15. Schweizerisches Schmidt-Gewehr. M. 89. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{30,4}{7,9^2} = \underline{2143}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{60000}{27} = 2222.)$$

16. Hebler-Gewehr. M. 90. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{n} = 4400 \cdot \frac{29,4}{7,8^2} = \underline{2126}. \quad (\text{Wirkliche Tourenzahl} = \frac{70000}{24} = 2916.)$$

Es ergibt sich hieraus Folgendes:

Beim *Martini-Henri*, beim *Vetterli*, beim *Portugiesischen Kro-patschek*, beim *Dänischen*, und beim *Rubin-Gewehr* ist die Tourenzahl des Geschosses etwas zu klein.

Beim *Gras*, *Mauser* (11 mm), *Nagant*, beim *Oesterreichischen Mannlicher* (M. 88), beim *Schweizerischen Schmidt-Gewehr* (M. 89) und beim *Hebler-Gewehr* (M. 87) stimmt die wirkliche Tourenzahl ziemlich genau mit der von der Formel als nothwendig geforderten Tourenzahl überein.

Beim *Französischen Lebel-Gewehr* (M. 86), beim *Oesterreichischen Mannlicher* (M. 88. 90), beim *Deutschen Mannlicher* (M. 88), beim *Belgischen Mauser* (M. 89) und beim *Hebler-Gewehr* (M. 90) ist hingegen die Tourenzahl des Geschosses bedeutend grösser, als durchaus nothwendig; hiedurch wird die Stabilität der Geschossachse bis auf die grössten Schussweiten vollkommen gesichert.

15. Aufstellung einer empirischen Formel, zur Bestimmung der normalen Zugtiefe.

Die *Drall-Länge*, der *maximale Gasdruck*, die *Anzahl der Züge*, das *normale Kaliber* des Laufes, und die *Querschnittsbelastung* des Geschosses sind gegeben:

(Nur für *Mantelgeschosse* gültig.)

Es bezeichne:

D Drall-Länge, in Centimetern. (Länge, auf welche die Züge eine Umdrehung machen.)

P_2 Maximaler Gasdruck, in Atmosphären.

N Anzahl der Züge, resp. Anzahl der Führungskanten.

K Normales Kaliber des Laufes, in Millimetern.

Z Normale Zugtiefe, in Millimetern.

q Querschnittsbelastung des Geschosses, in Grammen, pro 1 qmm des Kaliberquerschnittes.

Es ist: $q = \frac{\text{Geschossgewicht, in Grammen.}}{\text{Kaliberquerschnitt, in Quadratmillimetern.}}$

Bei scharfem Nachdenken wird man einsehen, dass Z im Wesentlichen nur von den 5 oben angegebenen Grössen abhängig ist, und dass zwischen Z und diesen 5 Grössen offenbar folgende Relation bestehen muss:

$$\underline{\underline{Z = \alpha \cdot \frac{P_2 \cdot K^3}{D \cdot N \cdot q}}}$$

α ist ein Coëfficient, welcher von der Form des Zugprofils (scharfe oder ausgerundete Züge) abhängt.

Die Erfahrung ergibt für α folgende Werthe, zur Erreichung einer vollständig sichern Führung des Geschosses in den Zügen:*)

Für **eckige** Züge (für Stahlmantel nicht anwendbar): $\alpha = 0,0000027$
 Für **ausgerundete** Züge (anwendbar für jedes Mantelmaterial): $\alpha = 0,0000036$

Es ergeben sich nun, für die neuen, kleinkalibrigen Gewehrsysteme, folgende Werthe für die **normale Zugtiefe**, nach unsrer *Formel*:

*) Dabei ist nicht nur für den normalen, sondern auch noch für den bis auf die äusserste erlaubte Toleranz erweiterten Lauf eine ganz sichere Führung garantirt.

1. Portugiesisches Kropatschek-Gewehr. M. 86.
(Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2400 \cdot 8,0^3}{28 \cdot 4 \cdot 0,318} = \underline{0,124.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,10.)

2. Nagant-Gewehr. M. 86. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2300 \cdot 8,0^3}{25 \cdot 4 \cdot 0,310} = \underline{0,137.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,10.)

3. Dänisches Gewehr. M. 87. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{1624 \cdot 8,0^3}{30 \cdot 6 \cdot 0,309} = \underline{0,054.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,10.)

4. Oesterreichisches Mannlichergewehr. M. 88.
(Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2300 \cdot 8,0^3}{25 \cdot 4 \cdot 0,314} = \underline{0,135.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,20.)

5. Rubin-Gewehr. M. 86. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{Z} = 0,0000027 \cdot \frac{2250 \cdot 7,5^3}{27 \cdot 3 \cdot 0,317} = \underline{0,100.}$$

(Eckige Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,10.)

6. Hebler-Gewehr. M. 87. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2750 \cdot 7,5^3}{24 \cdot 4 \cdot 0,317} = \underline{0,137.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,15.)

7. Französisches Lebelgewehr. M. 86. (Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000027 \cdot \frac{2600 \cdot 8,0^3}{24 \cdot 4 \cdot 0,298} = \underline{0,126.}$$

(Eckige Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,15.)

8. Oesterreichisches Mannlichergewehr. M. 88. 90.
(Kaliber 8,0.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2600 \cdot 8,0^3}{25 \cdot 4 \cdot 0,314} = \underline{0,153.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,20.)

9. Deutsches Mannlichergewehr. M. 88. (Kaliber 7,9.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{3300 \cdot 7,9^3}{24 \cdot 4 \cdot 0,296} = \underline{0,206.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,15.)

10. Belgisches Mausergewehr. M. 89. (Kaliber 7,6.)

$$\underline{Z} = 0,0000027 \cdot \frac{3650 \cdot 7,6^3}{25 \cdot 4 \cdot 0,309} = \underline{0,140.}$$

(Eckige Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,08.)

11. Schweizerisches Schmidtgewehr. M. 89. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{Z} = 0,0000027 \cdot \frac{2200 \cdot 7,5^3}{27 \cdot 3 \cdot 0,317} = \underline{0,098.}$$

(Eckige Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,10.)

12. Hebler-Gewehr. M. 90. (Kaliber 7,5.)

$$\underline{Z} = 0,0000036 \cdot \frac{2600 \cdot 7,5^3}{24 \cdot 4 \cdot 0,297} = \underline{0,138.}$$

(Ausgerundete Züge.) (Wirkliche Zugtiefe 0,15.)

Da nun, bei den drei ersten Systemen, die Zugtiefe ca. 0,10 mm beträgt (wenn das hierüber bekannt Gewordene richtig ist), so ergibt sich, dass beim *Portugiesischen Kropatschek* und bei *Nagant* die Führung des Geschosses eine ziemlich unsichere ist, so dass das Geschoss mehr oder weniger in den Zügen nachgeben muss, und unfehlbar an den neutralen Kanten der Felder das Durchblasen stattfinden müsste, wenn dasselbe nicht ganz oder theilweise verhindert würde: beim *Portugiesischen Kropatschek* durch eine hinter dem Geschoss zwischen zwei Kartonblättchen befindliche Fettscheibe, welche einen gasdichten Abschluss bewirkt, — und bei *Nagant* durch die grosse Expansions-

hölhlung *mit nicht umgebördeltem Mantelrand*, wodurch, in Folge starker Expansionswirkung, ein wenigstens näherungsweise dichter Abschluss, zu hinterst am Geschoss, hergestellt wird. Hiezu ist freilich ein *Compoundgeschoss* erforderlich, denn nur ein solches ist, — mit hinten abgeschnittenem Mantel, — brauchbar. Bei einem *gewöhnlichen* Mantelgeschoss (*nicht compound*) muss der Mantel *hinten umgebördelt* sein, und es würde dann, trotz der ausgerundeten Züge, ein dichter Abschluss nicht zu erreichen sein, sobald die Führung eine ungenügende ist, wie beim System Nagant.

Beim *Dänischen Gewehr* ist eine vollkommen sichere Führung vorhanden, da die Zugtiefe ca. 0,1 mm beträgt, und ja schon 0,054 mm hinreichend wären, wie uns die Formel sagt.

Bei allen übrigen Gewehren ist die Führung eine vollkommen sichere, mit Ausnahme des Deutschen Mannlichergewehres (M. 88), und des Belgischen Mausergewehres (M. 89). Bei vernünftigen Gasdruck (2200 statt 3300) würde die Zugtiefe des Deutschen Gewehres genügen, um eine vollkommen sichere Führung zu garantiren. Beim Belgischen Mausergewehr hingegen ist die Zugtiefe so gering, dass sie auch dann noch keine vollkommen sichere Führung garantiren würde, wenn der Gasdruck 2600 Atmosphären betrüge, statt die unvernünftige Höhe von 3650 Atmosphären zu erreichen. Wenn einmal, nach Jahren, ein grosser Theil der Läufe — durch langen Gebrauch — erweitert sein wird, so werden sich dann die schlimmen Folgen der für den sehr hohen Gasdruck ungenügenden Zugtiefe (Nachgeben des Geschosses in den Zügen, daher Durchblasen auf den neutralen Zugkanten, und, infolge dessen, verminderte Präzision) einstellen, beim deutschen und beim belgischen Gewehr, — wenn nicht etwa, bis dahin, ein Pulver eingeführt wird, das bedeutend geringern Gasdruck gibt. —

16. Vereinfachung der Formeln, zur Berechnung des Rückstosses.

Die in meinem Buche „Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr“ (Seite 7 bis 12) für den Rückstoss abgeleiteten Formeln heissen:

$$\underline{\underline{L_1 = \frac{(G' \cdot c)^2}{2g \cdot G_1}}}; \quad \underline{\underline{L_2 = \frac{0,01 \cdot G_2}{V \cdot G_1}}}; \quad \underline{\underline{L = L_1 + L_2}}; \quad \underline{\underline{c_2 = \sqrt{\frac{2g L}{G_1}}}}$$

Es bedeutet in diesen Formeln:

L_1 Rohrrückstoss (in mkg), d. h. Arbeit, die im Gewehr oder Geschütz enthalten ist, wenn das Geschoss das Rohr verlässt.

L_2 Leerer Rückstoss (in mkg), d. h. Vermehrung des Rückstosses, durch Reaktion der Pulvergase, auf das Gewehr oder Geschütz, nachdem das Geschoss das Rohr verlassen hat.

L Gesamttrückstoss (in mkg).

c_2 Rückstossgeschwindigkeit (in m), d. h. Geschwindigkeit, mit welcher das Gewehr oder Geschütz zurückgeht, nachdem es den vollständigen oder Gesamttrückstoss empfangen hat.

G' Geschossgewicht in kg. (Statt des Gewichtes der Vorlage (G) haben wir nun blos noch das Gewicht des Geschosses (G'), weil sich die Vorlage, bei den neuen Gewehren kleinsten Kalibers, durch Wegfall von Papierumwicklung, Dichtungsscheiben, Fettung und Rückstand, vollständig oder doch beinahe vollständig auf das Geschoss reduziert hat.)

c Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses in Metern (an der Mündung).

g Acceleration der Schwere. Es ist: $g = 9,81$ m.

G_1 Gewicht des Gewehres oder Geschützes, in Kilogrammen.

G_2 Gewicht der Pulverladung, in kg. (Schwarzpulver.)

V Volumen, welches die Pulvergase einnehmen, wenn das Geschoss das Rohr verlässt, in cbm. (Also Hülse + Lauf.)

Es ist also: $\underline{\underline{V = V_1 + S \cdot Q}}$.

V_1 Volumen der Patronenhülse, bis zum Geschoss, resp. bis zur hintersten Scheibe, also Volumen, welches das Pulver einnimmt, sammt Zwischenräumen (in cbm).

S Weg, den das Geschoss unter Einwirkung der Pulvergase zurücklegt im Rohre (in m).

Q Querschnitt der Bohrung, also Fläche, auf welche die Pulvergase drücken, beim Hinausstossen des Geschosses (in qm). (Laufquerschnitt.)

Da nun, bei den neuen Gewehren kleinsten Kalibers, kein Schwarzpulver mehr verwendet wird, sondern nur noch rauchloses Pulver, so ist man bei Berechnung des Rückstosses gezwungen, jedesmal G_2 zu berechnen, d. h. diejenige Schwarzpulverladung zu suchen, welche bei vollständiger Verbrennung dem Geschoss dieselbe Geschwindigkeit ertheilen würde, die es durch das rauchlose Pulver erlangt.

Da nun, wie ich vermuthe, hiebei Mancher in etwelche Verlegenheit kommen, — ja vielleicht sogar die Ausführbarkeit der Rechnung fraglich werden könnte, — so soll diese Schwierigkeit dadurch behoben werden, dass diese Rechnung hier ein- für allemal ausgeführt, und unsere Formel danach umgestaltet wird.

Ferner sollen von nun an die in unsern Formeln vorkommenden Grössen durch dasjenige Mass oder Gewicht ausgedrückt werden, welches für die Rechnung am bequemsten ist. (Also: L_1, L_2, L in mkg; c_2 in m; g in m; G_2 und G' in gr; G_1 in kg; V und V_1 in cbcm; S in cm; Q in qcm.)

Zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses haben wir die Formel (Seite 101 in meinem Buche: „Das kleinste Kaliber oder das zukünftige Infanteriegewehr,“ I. und II. Theil:*)

$$c = \alpha_1 \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'}} \quad \dots \text{Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, in Metern. (An der Mündung.)}$$

Es bedeutet dabei:

G_2 Gewicht der Pulverladung, in gr (Schwarzpulver).

G' Gewicht des Geschosses, in gr.

1015 ist der am besten passende Werth des Coëfficienten α_1 , für Schwarzpulver (980 bis 1050).

Unsere Formeln heissen, wenn wir die darin vorkommenden Grössen durch das für die Rechnung bequemste Mass und Gewicht ausdrücken:

*) Zu haben in der Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.) in Zürich. Preis 5 Mk.

(Also L_1, L_2, L in mkg; c_2 in m; g in m; G_2 und G' in gr; G_1 in kg; V und V_1 in cbcm; S in cm; Q in qcm.)

$$L_1 = \frac{(G' \cdot c)^2}{2000000 \cdot g \cdot G_1}; \quad L_2 = \frac{10 \cdot G_2}{V \cdot G_1}; \quad L = L_1 + L_2; \quad c_2 = \sqrt{\frac{2gL}{G_1}};$$

$$c = 1015 \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'}}. \quad \text{Hieraus folgt: } G_2 = \left(\frac{c}{1015}\right)^2 \cdot G'.$$

Man hat also, indem man für G_2 seinen Werth in die Formel für L_2 einsetzt:

$$L_2 = 10 \cdot \left(\frac{c}{1015}\right)^2 \cdot \frac{G'}{V \cdot G_1} = 0,000009706 \cdot \frac{G' \cdot c^2}{V \cdot G_1} \quad \text{Man hat also:}$$

$$\begin{aligned} L = L_1 + L_2 &= \frac{(G')^2 \cdot c^2}{2000000 \cdot g \cdot G_1} + 0,000009706 \cdot \frac{G' \cdot c^2}{V \cdot G_1} = \\ &= \frac{G' \cdot c^2}{G_1} \left(\frac{G'}{2000000 \cdot g} + \frac{0,000009706}{V} \right). \end{aligned}$$

Für g noch seinen Werth (9,81) eingesetzt, ergibt folgende *vereinfachte Rückstossformeln*:

$$\underline{\underline{L = \frac{G' \cdot c^2}{G_1} \cdot \left(\frac{G'}{19620000} + \frac{0,000009706}{V} \right); \quad c_2 = \sqrt{\frac{19,62 \cdot L}{G_1}}}}$$

Dabei ist: $V = V_1 + S Q$. Es bedeutet in diesen Formeln:

L Rückstoss (Gesammtrückstoss) in mkg.

c_2 Rückstossgeschwindigkeit in m, d. h. Geschwindigkeit, mit welcher das Gewehr oder Geschütz zurückgeht, nachdem es den Gesammtrückstoss empfangen hat.

G' Geschossgewicht, in gr.

c Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, in m (an der Mündung).

G_1 Gewicht des Gewehres oder Geschützes, in kg.

V Volumen, welches die Pulvergase einnehmen, wenn das Geschoss das Rohr verlässt, in cbcm (also Hülse + Lauf).

V_1 Volumen der Patronenhülse, bis zum Geschoss, resp. bis zur hintersten Scheibe; also Volumen, welches das Pulver einnimmt, sammt Zwischenräumen, in cbcm.

S Weg, den das Geschoss unter Einwirkung der Pulvergase zurücklegt, im Rohr, in cm.

Q Querschnitt der Bohrung (Laufquerschnitt), also Fläche, auf welche die Pulvergase drücken beim Hinausstossen des Geschosses, in qcm.

Wie aus der Ableitung der Rückstossformel (für L) ersichtlich, spielt die Zahl 0,000009706 darin die Rolle des Coëfficienten.

An dieser Zahl wäre also eine (jedenfalls nur geringfügige) Aenderung vorzunehmen, wenn sich in Zukunft eine solche, infolge genauer Messungen des Rückstosses, bei den neuen Gewehren kleinsten Kalibers, als nöthig erweisen sollte, um den durch die Rechnung sich ergebenden Werth des Rückstosses mit dem gemessenen in ganz vollständige Uebereinstimmung zu bringen.

Mit Hülfe dieser Formeln (für L und c_2) sind wir nun in den Stand gesetzt, Rückstoss und Rückstossgeschwindigkeit für die neuen Gewehre kleinsten Kalibers, welche rauchloses Pulver verwenden, — bei welchen sich also das Gewicht der Vorlage ganz, oder beinahe ganz, auf das Gewicht des Geschosses reduzirt, — mit Leichtigkeit zu berechnen, wie nun an einigen Beispielen gezeigt werden soll.

Beispiele über die Berechnung des Rückstosses und der Rückstossgeschwindigkeit.

(Da der Werth von S nicht bei allen Gewehren genau bekannt ist, so nehmen wir stets: $S = 71,2$ cm; dies dürfen wir um so eher thun, weil S nur wenig variirt.)

1. Wie gross ist Rückstoss und Rückstossgeschwindigkeit beim Lebelgewehr (M. 86)?

Es ist: $G' = 15,0$ gr; $c = 630$ m; $G_1 = 4$ kg; $V_1 = 4,2$ cbcm; $S = 71,2$ cm; $Q = 0,52845$ qcm.

Man erhält also, nach unsern vereinfachten Rückstossformeln:

$$V = 4,200 + 71,2 \cdot 0,52845 = 41,826 \text{ cbcm.}$$

$$L = \frac{15,0 \cdot 630^2}{4} \cdot \left(\frac{15,0}{19620000} + \frac{0,000009706}{41,826} \right) = 1,4833 \text{ mkg.}$$

$$c_2 = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,4833}{4}} = 2,6973 \text{ m.}$$

2. Wie gross ist L und c_2 beim Oesterreichischen Mannlichergewehr (M. 88. 90)?

Es ist: $G' = 15,8$; $c = 630$; $G_1 = 4$; $V_1 = 3,997$; $S = 71,2$; $Q = 0,53738$; man erhält, nach unsern vereinfachten Rückstossformeln:

$$\underline{V} = 3,997 + 71,2 \cdot 0,53738 = \underline{42,258 \text{ cbcm.}}$$

$$\underline{L} = \frac{15,8 \cdot 630^2}{4} \cdot \left(\frac{15,8}{19620000} + \frac{0,000009706}{42,258} \right) = \underline{1,6226 \text{ mkg.}}$$

$$\underline{c_2} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,6226}{4}} = \underline{2,8212 \text{ m.}}$$

3. Wie gross ist L und c_2 beim Deutschen Mannlicher-gewehr (M. 88)?

Es ist: $G' = 14,5$; $c = 640$; $G_1 = 3,8$; $V_1 = 4,1$; $S = 71,2$; $Q = 0,51500$; man erhält, nach unsern vereinfachten Rückstossformeln:

$$\underline{V} = 4,1 + 71,2 \cdot 0,515 = \underline{40,768 \text{ cbcm.}}$$

$$\underline{L} = \frac{14,5 \cdot 640^2}{3,8} \cdot \left(\frac{14,5}{19620000} + \frac{0,000009706}{40,768} \right) = \underline{1,5272 \text{ mkg.}}$$

$$\underline{c_2} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,5272}{3,8}} = \underline{2,8081 \text{ m.}}$$

4. Wie gross ist L und c_2 beim Belgischen Mauser-gewehr (M. 89)?

Es ist: $G' = 14,0$; $c = 620$; $G_1 = 4$; $V_1 = 3,22$; $S = 71,2$; $Q = 0,46650$; man findet:

$$\underline{V} = 3,22 + 71,2 \cdot 0,4665 = \underline{36,435 \text{ cbcm.}}$$

$$\underline{L} = \frac{14,0 \cdot 620^2}{4} \cdot \left(\frac{14,0}{19620000} + \frac{0,000009706}{36,435} \right) = \underline{1,3184 \text{ mkg.}}$$

$$\underline{c_2} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,3184}{4}} = \underline{2,5430 \text{ m.}}$$

5. Wie gross ist L und c_2 beim Schweizerischen Schmidtgewehr (M. 89)?

Es ist: $G' = 14,0$; $c = 600$; $G_1 = 4,4$; $V_1 = 4,1$; $S = 71,2$; $Q = 0,45373$; man erhält:

$$\underline{V} = 4,1 + 71,2 \cdot 0,45373 = \underline{36,406 \text{ cbm.}}$$

$$\underline{L} = \frac{14,0 \cdot 600^2}{4,4} \cdot \left(\frac{14,0}{19620000} + \frac{0,000009706}{36,406} \right) = \underline{1,1227 \text{ mkg.}}$$

$$\underline{c_2} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,1227}{4,4}} = \underline{2,2375 \text{ m.}}$$

6. Wie gross ist L und c_2 beim Heblergewehr (M. 90)?

Es ist: $G' = 13,1$; $c = 700$; $G_1 = 4$; $V_1 = 3,25$; $S = 71,2$; $Q = 0,46583$; man erhält:

$$\underline{V} = 3,25 + 71,2 \cdot 0,46583 = \underline{36,417 \text{ cbcm.}}$$

$$\underline{L} = \frac{13,1 \cdot 700^2}{4} \cdot \left(\frac{13,1}{19620000} + \frac{0,000009706}{36,417} \right) = \underline{1,4992 \text{ mkg.}}$$

$$\underline{c_2} = \sqrt{\frac{19,62 \cdot 1,4992}{4}} = \underline{2,7118 \text{ m.}}$$

17. Aufstellung einer Tabelle, zur Bestimmung von c , aus v_{25} .

Zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit (c), aus der gemessenen Geschwindigkeit (v_{25}), haben wir folgende Formel: (Seite 120 in meinem Buche: „Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr“, I. und II. Theil*):

$$\underline{c = \frac{G' \cdot v_{25}}{G' - 245,25 \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot Q_2 \cdot v_{25}}} \dots \text{Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, in Metern (an der Mündung).}$$

Es bedeutet, in dieser Formel:

G' Gewicht des Geschosses, in kg.

v_{25} Geschwindigkeit des Geschosses, auf 25 m von der Mündung, in m. (Gemessene Geschwindigkeit.)

Q_2 Geschossquerschnitt in der Luft, in qm. Es ist also: $Q_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$

*) Zu haben bei: „Buchhandlung Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich“. Preis 5 Mark.

- d_2 Durchmesser des Geschosses in der Luft, in m. (Durchmesser des Laufes in den Zügen.)
 γ Gewicht von 1 cbm. Luft, in kg. (Dichtigkeit der Luft.)
 α Ein Coëfficient, welcher durch Schiessversuche bestimmt werden muss, und der hauptsächlich von d_2 abhängt.

Die Schiessversuche haben für α folgende Werthe ergeben:

$$\left. \begin{array}{l} d_2 = 7,7 \text{ mm}; \alpha = 0,0000530. \\ d_2 = 7,8 \text{ mm}; \alpha = 0,0000533. \\ d_2 = 7,9 \text{ mm}; \alpha = 0,0000537. \\ d_2 = 8,0 \text{ mm}; \alpha = 0,0000540. \\ d_2 = 8,1 \text{ mm}; \alpha = 0,0000544. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Für jedes Geschoss, von annähernd} \\ \text{normaler Form, gültig.} \end{array}$$

Die nach obiger Formel zu berechnende Tabelle soll sich auf folgende Luftdichtigkeit beziehen: $\gamma = 1,226 \text{ kg.}$ (Gewicht von 1 cbm Luft.)

Ferner soll die Rechnung für verschiedene Geschossgewichte und für verschiedene Geschossdurchmesser in der Luft (also für verschiedene Durchmesser des Laufes in den Zügen) durchgeführt werden.

Es soll, bei Aufstellung dieser Tabelle, von dem zu grossen Kaliber von zirka 8 mm ganz abgesehen, und einzig auf das Kaliber von zirka 7,5 mm, welchem unzweifelhaft die Zukunft gehört, Rücksicht genommen werden.

Der normale Durchmesser in den Zügen beträgt, bei 7,5 mm Kaliber, zirka 7,8 mm. In Berücksichtigung der erlaubten Toleranzen, bei neuen, und bei alten ausgeschossenen, also auf die äusserste erlaubte Grenze erweiterten Läufen, müssen wir mit einem Durchmesser des Laufes in den Zügen (Geschossdurchmesser in der Luft) rechnen von 7,7 bis 8,1 mm. Ausser dem für das 7,5 mm Kaliber normalen Geschossgewicht von 13,1 gr, werden wir auch ein solches von 14,0 gr berücksichtigen.

Wir erhalten nun, mit Hülfe unserer Formel, folgende Tabelle:

Tabelle zur Bestimmung von c aus V_{25} ,

für Geschosse von 13,1 und 14,0 gr Gewicht, und für verschiedene Geschossdurchmesser (d_2) in der Luft, resp. für verschiedene Durchmesser des Laufes in den Zügen.

$$\gamma = 1,226 \text{ kg.}$$

$\overbrace{V_{25}}^m$	Geschossgewicht = 13,1 gr					Geschossgewicht = 14,0 gr				
	$\overbrace{d_2 = 7,7}^c$	$\overbrace{d_2 = 7,8}^c$	$\overbrace{d_2 = 7,9}^c$	$\overbrace{d_2 = 8,0}^c$	$\overbrace{d_2 = 8,1}^c$	$\overbrace{d_2 = 7,7}^c$	$\overbrace{d_2 = 7,8}^c$	$\overbrace{d_2 = 7,9}^c$	$\overbrace{d_2 = 8,0}^c$	$\overbrace{d_2 = 8,1}^c$
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
500	514,6	515,1	515,6	516,1	516,6	513,6	514,1	514,6	515,0	515,5
510	525,1	525,7	526,2	526,7	527,3	524,1	524,6	525,1	525,6	526,2
520	535,7	536,3	536,8	537,4	538,0	534,7	535,2	535,8	536,3	536,8
530	546,3	546,9	547,5	548,1	548,7	545,3	545,8	546,4	546,9	547,5
540	557,0	557,6	558,2	558,8	559,4	555,9	556,4	557,0	557,6	558,2
550	567,7	568,3	568,9	569,5	570,2	566,5	567,1	567,7	568,2	568,8
560	578,3	579,0	579,6	580,2	580,9	577,1	577,7	578,3	578,9	579,5
570	589,0	589,7	590,3	590,9	591,7	587,7	588,4	589,0	589,6	590,3
580	599,7	600,4	601,0	601,7	602,5	598,4	599,0	599,7	600,3	601,0
590	610,4	611,1	611,8	612,5	613,3	609,0	609,7	610,4	611,0	611,7
600	621,0	621,8	622,6	623,3	624,1	619,7	620,3	621,1	621,8	622,5
610	631,7	632,5	633,4	634,1	634,9	630,3	631,0	631,8	632,5	633,3
620	642,5	643,3	644,2	644,9	645,7	641,0	641,8	642,5	643,3	644,0
630	653,2	654,1	655,0	655,7	656,6	651,7	652,5	653,3	654,0	654,8
640	664,0	664,9	665,8	666,5	667,5	662,4	663,2	664,0	664,8	665,7
650	674,8	675,7	676,6	677,4	678,4	673,2	674,0	674,8	675,6	676,5
660	685,5	686,5	687,4	688,3	689,3	683,9	684,7	685,6	686,4	687,3
670	696,3	697,3	698,2	699,2	700,2	694,6	695,5	696,4	697,2	698,2
680	707,1	708,1	709,1	710,1	711,1	705,4	706,3	707,2	708,1	709,0
690	718,0	719,0	720,0	721,0	722,0	716,1	717,1	718,0	718,9	719,9
700	728,9	729,9	730,9	731,9	733,0	726,9	727,9	728,8	729,8	730,8
710	739,7	740,8	741,8	742,8	744,0					
720	750,6	751,7	752,7	753,8	755,0					
730	761,5	762,6	763,6	764,8	766,0					
740	772,4	773,5	774,6	775,8	777,0					
750	783,3	784,5	785,6	786,8	788,0					

18. Bestimmung des erreichbar niedrigsten Werthes, für den maximalen Gasdruck.

(Für das Heblergeschoss und den normalen Heblerlauf.)

Der *erreichbar niedrigste Werth des maximalen Gasdruckes* beträgt, wie sich aus Versuchen schliessen lässt, etwa *das 1,5fache vom constanten Druck*. Diesen letztern müssen wir somit berechnen.

Wir bestimmen also den *constanten Druck* (P in kg und in Atm.), der einem Geschoss von 13,1 gr Gewicht, bei einem Laufquerschnitt von 0,46583 qcm (Heblergeschoss und Heblerlauf), auf einem Wege von 712 mm, die Geschwindigkeiten $V_{25} = 500, 510, 520, 530, \dots$, 800 Meter ertheilen kann. (*Ohne und mit Berücksichtigung der Reibung im Laufe; wir nehmen dieselbe zu 50 kg = 104 Atm. an.*)

Wir nehmen also an, es wirke auf das Geschoss, während dasselbe den Lauf passirt, also auf einem Wege von 0,712 m, ein *constant* Druck P . Die Rechnung ist nun folgende:

Druck von 1 Atm. auf den Laufquerschnitt = $0,46583 \cdot 1,033 = 0,48120$ kg

" " P " " " " = $(0,48120 \cdot P)$ Kilogramme.

Wenn wir uns unter P den *constanten Druck* denken, in Atm., der einem Geschoss von 13,1 gr Gewicht, auf einem Wege von 0,712 m, die *Geschwindigkeit* c ertheilt (*ohne Rücksicht auf Reibung*), so erhalten wir also, da in diesem Fall der *ganze Druck* P auf Beschleunigung des Geschosses verwandt wird, folgende Gleichung:

Kraft mal Weg = geleistete Arbeit = Lebendige Kraft des Geschosses, an der Mündung.

$$\text{Man hat somit: } 0,48120 \cdot P \cdot 0,712 = \frac{0,0131}{2 \cdot 9,81} \cdot c^2$$

Hieraus berechnet sich P , da c gegeben ist. Man erhält:

$$\underline{\underline{P}} = \frac{0,0131 \cdot c^2}{19,62 \cdot 0,4812 \cdot 0,712} = \underline{\underline{0,0019488 \cdot c^2}} \quad \dots \quad P \text{ in Atmosph.}$$

Hieraus ergibt sich dann, ohne Weiteres, P in Kilogrammen.

Um nun hieraus den Werth von P zu finden, *mit Berücksichtigung der Reibung im Laufe*, so hat man blos zu P , in Kilogrammen ausgedrückt, 50 kg zu addiren, und zu P , in Atmosphären ausgedrückt, 104 Atm. hinzuzufügen. So erhalten wir nun folgende Tabelle:

Tabelle für den erreichbar niedrigsten Werth des maximalen Gasdruckes.

(Für das Heblergeschoss und den normalen Heblerlauf.)

Geschwindigkeit auf 25 m vor der Mündung v_{25}	Anfangsgeschwindigkeit (an der Mündung) c	Constanter Druck P ohne Berücksichtigung der Reibung im Laufe		Constanter Druck P mit Berücksichtigung der Reibung im Laufe		Erreichbar niedrigster Werth des maximalen Gasdruckes
m	m	kg	Atm.	kg	Atm.	Atm.
500	515,1	249	517	299	621	932
510	525,7	259	539	309	643	965
520	536,3	270	561	320	665	998
530	546,9	281	583	331	687	1031
540	557,6	292	606	342	710	1065
550	568,3	303	629	353	733	1100
560	579,0	315	653	365	757	1136
570	589,7	327	678	377	782	1173
580	600,4	339	703	389	807	1211
590	611,1	351	728	401	832	1248
600	621,8	363	753	413	857	1286
610	632,5	375	780	425	884	1326
620	643,3	387	807	437	911	1367
630	654,1	400	834	450	938	1407
640	664,9	414	862	464	966	1449
650	675,7	428	890	478	994	1491
660	686,5	442	919	492	1023	1535
670	697,3	456	948	506	1052	1578
680	708,1	470	978	520	1082	1623
690	719,0	485	1008	535	1112	1668
700	729,9	500	1038	550	1142	1713
710	740,8	515	1070	565	1174	1761
720	751,6	530	1102	580	1206	1809
730	762,5	545	1134	595	1238	1857
740	773,5	561	1166	611	1270	1905
750	784,4	577	1199	627	1303	1955
760	795,3	593	1233	643	1337	2006
770	806,3	610	1268	660	1372	2058
780	817,2	627	1303	677	1407	2111
790	828,3	644	1338	694	1442	2163
800	839,3	661	1373	711	1477	2216

19. Grenze, welche der Rückstoss der Anfangsgeschwindigkeit setzt.

(Für die *normale Heblerpatrone*, und 4 kg Gewehrgewicht.)

Nach den Rückstossformeln in meinem Buche: „Das kleinste Kaliber oder das zukünftige Infanteriegewehr,“ I. u. II. Theil, *) Seite 11, erhält man folgende *Tabelle*, für verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten des Geschosses (die Bezeichnungen werden als bekannt vorausgesetzt):

Es ist: $V_1 = 0,00000325$; $S = 0,712$; $Q = 0,000046583$;
 $G_1 = 4,0$; $G = G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $G_2 = \left(\frac{c}{1015}\right)^2 \cdot G'$.

$\underbrace{v_{25}}$	$\underbrace{c}$	L_1	L_2	$\underbrace{L}$	$\underbrace{c_2}$
m	m	mkg	mkg	mkg	m
500	515,1	0,580	0,232	0,812	2,00
510	525,7	0,604	0,241	0,845	2,04
520	536,3	0,629	0,251	0,880	2,08
530	546,9	0,654	0,261	0,915	2,12
540	557,6	0,680	0,272	0,952	2,16
550	568,3	0,706	0,282	0,988	2,20
560	579,0	0,733	0,293	1,026	2,24
570	589,7	0,760	0,304	1,064	2,29
580	600,4	0,788	0,315	1,103	2,33
590	611,1	0,817	0,327	1,144	2,37
600	621,8	0,845	0,338	1,183	2,41
610	632,5	0,875	0,350	1,225	2,45
620	643,3	0,905	0,362	1,267	2,49
630	654,1	0,936	0,374	1,310	2,53
640	664,9	0,967	0,387	1,354	2,58
650	675,7	0,998	0,399	1,397	2,62
660	686,5	1,031	0,412	1,443	2,66
670	697,3	1,063	0,425	1,488	2,70
680	708,1	1,096	0,438	1,534	2,74
690	719,0	1,130	0,452	1,582	2,79
700	729,9	1,165	0,465	1,630	2,83
710	740,8	1,200	0,480	1,680	2,87
720	751,6	1,235	0,494	1,729	2,91
730	762,5	1,271	0,508	1,779	2,96
740	773,5	1,308	0,522	1,830	3,00
750	784,4	1,345	0,538	1,883	3,04
760	795,3	1,383	0,553	1,936	3,08
770	806,3	1,422	0,568	1,990	3,13
780	817,2	1,460	0,583	2,043	3,17
790	828,3	1,500	0,599	2,099	3,21
800	839,3	1,540	0,616	2,156	3,25

*) Zu haben bei: „Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich.“
Preis 5 Mk.

Der *Rückstoss* (L) beträgt bei den jetzt gebräuchlichen Gewehren:

<i>England.</i> Martini-Henri (Kaliber 11,43)	$L = 2,40$ mkg	} Gross- kaliber- Gewehre. (Schwarz- pulver).
<i>Frankreich.</i> Gras (Kaliber 11,00)	$L = 1,78$ mkg	
<i>Deutschland.</i> Mauser (Kaliber 11,00)	$L = 1,58$ mkg	
<i>Schweiz.</i> Vetterli (Kaliber 10,40)	$L = 0,97$ mkg	

<i>Frankreich.</i> Lebel (Kaliber 8,00)	$L = 1,48$ mkg	} Gewehre kleinsten Kalibers. (Rauchloses Pulver.)
<i>Oesterreich.</i> Mannlicher (Kaliber 8,00)	$L = 1,62$ mkg	
<i>Deutschland.</i> Mannlicher (Kaliber 7,90)	$L = 1,54$ mkg	
<i>Belgien.</i> Mauser (Kaliber 7,60)	$L = 1,32$ mkg	
<i>Schweiz.</i> Schmidt (Kaliber 7,50)	$L = 1,11$ mkg	

Als **praktisch zulässige Grenze für den Rückstoss** kann man **1,5 mkg** annehmen. Geht man mit dem Rückstoss höher, so wird derselbe sehr unangenehm, und bei anhaltendem Schiessen sogar schmerzhaft, so dass das ruhige Abgeben des Schusses zur Unmöglichkeit wird.

Man wird daher gut thun, diese für den Rückstoss festgesetzte Grenze von 1,5 mkg nicht zu überschreiten.

Wie aus unserer Tabelle ersichtlich, entspricht diesem Rückstoss, bei Verwendung der normalen Heblerpatrone, und 4 kg. Gewehrgewicht, eine Anfangsgeschwindigkeit (c) von zirka 700 Metern.

Bei Verwendung der *Heblerpatrone*, und des normalen Gewehrgewichtes von 4 kg, setzt also der Rückstoss der Anfangsgeschwindigkeit eine **Grenze** bei: $V_{25} = 673$ m; $c = 700$ m.

Bei den übrigen Gewehr- und Munitionssystemen liegt diese Grenze, welche die Anfangsgeschwindigkeit, des Rückstosses wegen, nicht überschreiten soll, viel tiefer, des grössern Geschossgewichtes wegen, z. B. bei: *Oesterreich* (Mannlicher) bei $c = 607$; bei *Frankreich* (Lebel) bei $c = 634$; bei *Deutschland* (Mannlicher) bei $c = 633$ m. u. s. f.

Beim Heblergeschoss allein darf man mit der Anfangsgeschwindigkeit (c) bis auf 700 Meter gehen, ohne den zulässigen Rückstoss (1,5 mkg) zu überschreiten.

20. Verbrennung des rauchlosen Kornpulvers bei verschiedener Korngrösse und verschiedener Härte des Pulverkorns.

Bei Schiessversuchen mit rauchfreiem Kornpulver sind folgende, auf den ersten Blick ganz räthselhafte Erscheinungen beobachtet worden:

1. Bei einer gewissen Ladung ergab sich ein bestimmter Gasdruck, sowie eine bestimmte Anfangsgeschwindigkeit. Nahm man etwas mehr Pulver, so ergab sich ein grösserer Gasdruck und dieselbe Geschwindigkeit. Vermehrte man die Ladung wieder, so erhielt man geringere Geschwindigkeit, und, bei nochmaliger Vergrösserung der Ladung, bis zu vollständiger Füllung der Hülse, nahm die Geschwindigkeit noch mehr ab.

Man dachte nun, die Ladung möge in den letztern Fällen aus irgend einem Grunde nicht vollständig verbrennen, und legte, um das zu prüfen, weisse Leinwand oder weisses Papier unter die Mündung, bis auf einige Meter vor derselben, in geeigneter Weise, um herausfliegendes unverbranntes Pulver auffangen zu können; man fand jedoch auf der ganzen weissen Fläche kein unverbranntes Korn und kam deshalb auf die Ansicht, das Pulver verbrenne vollständig, bevor das Geschoss die Mündung verlasse.

Diese durch den Versuch scheinbar ganz gerechtfertigte Schlussfolgerung stand jedoch im grellsten Widerspruch mit der bei vermehrter Ladung konstatirten Abnahme der Anfangsgeschwindigkeit, und machte daher ein Verständniss der erhaltenen Resultate ganz unmöglich.

2. Man fand, dass die Anfangsgeschwindigkeit je nach der Form und dem Volumen der Hülse eine verschiedene ist, trotz gleicher Ladung und sonstiger gleicher Umstände, also bei Verwendung desselben Pulvers, der nämlichen Korngrösse, desselben Gewehres, desselben Geschosses etc., und trotzdem die Versuche bei gleicher Lufttemperatur stattfanden.

3. Es ergab sich, dass trotz gleicher Ladung und Verwendung derselben Hülse, sowie unter sonstigen gleichen Umständen, die Anfangsgeschwindigkeit eine verschiedene ist, je nachdem die zwei Zündlöcher im Boden der Patronenhülse, parallel oder divergirend, oder konvergierend zur Achse der Patronenhülse gerichtet sind.

Diese Erscheinungen zu erklären, ist nun unsere Aufgabe.

Hierzu müssen wir aber vorerst, wie der Titel dieser Arbeit angibt, einen Blick auf die Art und Weise der Verbrennung des rauchfreien Kornpulvers werfen, indem wir für die Korngrösse, sowie für die Härte (schwerere oder leichtere Zerdrückbarkeit) der Körner verschiedene Annahmen machen.

Wir werden dabei, der leichtern Anschauung wegen, drei Korngrössen in's Auge fassen, nämlich feinstes Korn, mittleres Korn und grobes Korn.

Ferner werden wir uns hartes und weiches Korn denken, also solches, bei welchem die Körner sehr schwer zu zerdrücken sind, und solches, welches durch verhältnissmässig geringen Druck zermalmt werden kann.

In meinem Werke: „*Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr*“,*) I. und II. Theil, Seite 61 bis 63, wurde bereits die Verbrennung des Schwarzpulvers näher beleuchtet. Ganz derselbe Vorgang findet aber auch bei der Verbrennung des rauchfreien Kornpulvers statt, jedoch nur dann, wenn das Korn klein genug, und die Härte desselben nicht zu gross ist. —

Betrachten wir nun die Sache näher:

Wir wollen zuerst annehmen, die Hülse sei vollständig mit ganz feinem rauchlosem Pulver gefüllt; dasselbe sei nicht gar zu hart, so dass es keiner allzugrossen Kraft bedarf, ein Pulverkorn zu zerdrücken.

In diesem Fall wird der Vorgang ganz der nämliche sein, wie der beim Schwarzpulver geschilderte:

Der Feuerstrahl des Zündhütchens entzündet zuerst nur den zunächst liegenden Theil der Pulvermasse, also die zuhinterst in der Hülse befindliche Partie, und, während der Feuerstrahl sich durch die Zwischenräume der Körner windet, wozu ja eine gewisse Zeit nöthig ist, entsteht im hintern Theil der Hülse, durch Verbrennung des bereits entzündeten Pulvers, ein solcher Druck, dass die im vordern Theil der Hülse befindliche Pulvermasse, in deren Zwischenräume der Feuerstrahl noch nicht einzudringen Zeit fand, zerdrückt, zermalmt, und dem Geschoss als komprimirter Pulverzapfen nachgeschoben wird. Während dieser das Projektil vorwärts schiebt, dringen die Pulvergase von hinten, ver-

*) Vorräthig bei: Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich.
Preis 5 Mark.

hältnissmässig sehr mühsam und langsam, in die äusserst reduzierten Zwischenräume dieses komprimierten Pulverzylinders ein, und bewirken so, dass die hinterste Partie desselben verbrennt, während das Geschoss den Lauf passirt. Beim Verlassen der Mündung wird aber noch ein grösserer oder geringerer Theil dieses Pulverzylinders unverbrannt sein, nämlich der unmittelbar hinter dem Geschoss befindliche, und dieser Pulverzapfen wird nun beim Verlassen der Mündung zerdrückt und zerstäubt durch die aus dem Lauf stürzenden Pulvergase, und die aus sehr feinen Partikelchen (Staub) bestehende Pulvermasse wird dabei, da sie leicht entzündlich ist (bei viel niedrigerer Temperatur als Schwarzpulver), sofort vollständig verbrannt, so dass z. B. auf einer vor oder unter die Laufmündung gelegten weissen Papierfläche nicht die geringste Spur von unverbranntem Pulver zu finden ist. —

Und dennoch ist das Pulver nicht vollständig verbrannt, während das Geschoss den Lauf passirte, sondern erst nach Verlassen der Mündung.

Es muss daher die Anfangsgeschwindigkeit in diesem Fall eine Einbusse erleiden, die um so grösser ausfallen wird, je grösserer Theil des Pulvers erst nach Verlassen der Mündung verbrennt, mit andern Worten, je grösserer Theil des Pulvers zerdrückt und als komprimierter Zapfen (in welchen die Pulvergase nur sehr schwer eindringen können) dem Geschoss nachgeschoben wird. Es wird und muss daher, wie auch die Versuche bewiesen haben, die Einbusse an Geschwindigkeit eine um so grössere sein, je weicher das Pulver und je kleiner das Korn ist, denn durch die erstere Eigenschaft wird es leichter zerdrückbar, und durch die zweite wird der Feuerstrahl am schnellen Eindringen gehindert, wodurch resultirt, dass der vordere Theil des Pulvers zerdrückt wird, bevor der Feuerstrahl weit nach vorn in die Pulvermasse eingedrungen ist, so dass also ein grosser Theil des Pulvers zerdrückt, als komprimierter Zylinder dem Geschoss nachgeschoben und zum grössten Theil erst nach Verlassen der Mündung verbrannt wird.

Nun wollen wir annehmen, die Hülse sei wieder vollständig mit ganz feinem rauchlosem Pulver gefüllt; dasselbe sei jedoch sehr hart, so dass das Korn fast nicht zu zerdrücken ist.

In diesem Fall wird von einem Zermahlen der vorn in der Hülse befindlichen Pulvermasse keine Rede sein können, trotz des im hintern Theil der Hülse entstehenden hohen Gasdruckes.

Während nun durch die kleinen Zwischenräume der Körner der Feuerstrahl mühsam und verhältnissmässig langsam nach vorn dringt (jedoch bedeutend schneller, als wenn das Pulver zu Staub zermalmt worden wäre), setzt sich das Geschoss, in Folge der gegen dasselbe gedrückten Pulvermasse, in Bewegung, und die den vordern Theil der Hülse erfüllende Partie des Pulvers, in welche der Feuerstrahl noch nicht Zeit hatte einzudringen, wird dem Geschoss als länglicher Zapfen nachgeschoben; derselbe besteht aber jetzt aus fest aufeinander gepressten Körnern, die nicht zerdrückt sind, und deshalb ihre Zwischenräume noch, wenn auch etwas reduzirt, behalten haben; in diese dringt nun, von hinten gegen vorn, der Feuerstrahl mehr und mehr ein, während das Geschoss durch den Lauf gleitet, und dieses Eindringen wird, wie leicht begreiflich, viel schneller vor sich gehen, als wenn das Pulver zerdrückt wäre, so dass also der grössere Theil dieses Pulverzapfens schon verbrannt sein kann, wenn das Geschoss die Mündung verlässt.

Die direkt hinter dem Geschoss befindliche Partie des Pulverzylinders wird jedoch vom Feuerstrahl meist noch nicht erreicht sein beim Verlassen der Mündung; aber auch dieses Pulver verbrennt im Moment, in welchem es die Mündung verlässt, vollständig, indem es durch den nun ungehindert in seine Zwischenräume eindringenden Feuerstrahl entzündet und verbrannt wird. Auch in diesem Fall wird man also kein unverbranntes Pulver auffinden können, und wird daher glauben, es habe eine vollständige Verbrennung im Laufe stattgefunden, während doch thatsächlich ein Theil des Pulvers erst verbrannte, nachdem das Geschoss bereits die Mündung verlassen hatte.

Man wird also in diesem Fall, d. h. bei Verwendung von sehr feinem und zugleich sehr hartem Korn ebenfalls eine, wenn auch kleinere, Einbusse an Geschwindigkeit erleiden, weil ein Theil des Pulvers auch erst verbrennt, nachdem das Projektil die Mündung verliess. —

Je grösser das Korn, — wir denken jetzt an mittleres und grobes Korn — um so leichter und schneller kann der Feuerstrahl in Folge der grösseren Zwischenräume nach vorn dringen, und um so langsamer steigt auch der durch Entzündung der hintern Pulverpartie entstehende Druck, so dass in diesem Fall, wenn das Korn nicht gar zu weich ist, kein Zerdrücken der vordersten Pulverpartie stattfindet; es verbrennt dann, wenn die Korngrösse eine gewisse Grenze nicht übersteigt, das Pulver vollständig, während das Geschoss den Lauf passirt, und man

erhält die volle Anfangsgeschwindigkeit, die mit der betreffenden Ladung erreichbar ist. —

Wir sehen also, dass das Pulverkorn, um seine volle Wirkung äussern zu können, vor Allem nicht zu gross, aber auch nicht zu klein sein darf, weil es in beiden Fällen, während das Geschoss den Lauf passirt, nicht vollständig verbrennt, und dass es ferner möglichst hart sein soll, damit es unter keinen Umständen zerdrückt werden kann.

Eine ganz bestimmte Korngrösse, verbunden mit genügender Härte der Körner, wird also für jede Waffe die besten Resultate ergeben.

Diese günstigste Korngrösse wird also im Allgemeinen für jede Waffe eine andere sein. —

Eine solche ganz normale (günstigste) Verbrennung, wie sie in jedem einzelnen Fall angestrebt werden muss, wird sich also folgendermassen gestalten:

Nach Entzündung der hintersten Pulverpartie findet der Feuerstrahl — in Folge der nicht zu kleinen, aber genügend harten Körner — Zeit, bis zum Geschoss zu gelangen, ohne dass das vorn in der Hülse befindliche Pulver zerdrückt wird. Das Geschoss wird sich kaum nennenswerth in Bewegung gesetzt haben (durch die gegen dasselbe gedrängte vorderste Pulverpartie), wenn es vom Feuerstrahl erreicht wird. Es wird somit dem Geschoss kein komprimirter Pulverzylinder (aus Körnern oder aus Staub bestehend) nachgeschoben, in welchen die Pulvergase noch gar nicht eingedrungen sind, — sondern im Moment, in welchem das Geschoss vom Feuerstrahl erreicht wird, und es seine kaum angetretene Bewegung nun durch den Druck der Pulvergase fortsetzt, ist jedes Pulverkorn bereits vom Feuerstrahl umspült, und verbrennt vollständig, bevor das Geschoss die Mündung verlässt. —

So wird und muss eine ganz normale (günstigste) Verbrennung nothwendig vor sich gehen.

Wir haben nun die Vorgänge bei Verbrennung des rauchlosen Kornpulvers, bei verschiedener Korngrösse und verschiedener Härte des Pulverkorns genügend betrachtet und wenden uns nun unserer ursprünglichen Aufgabe zu, nämlich der Erklärung der drei im Anfang dieses Aufsatzes erwähnten räthselhaften Vorkommnisse und Erscheinungen, welche beim Schiessen mit rauchlosem Pulver beobachtet wurden.

Dass das bisher Gesagte auch für Blättchenpulver gilt, wenigstens unter gewissen Umständen, ist leicht begreiflich.

Betrachten wir nun jeden der drei genannten Fälle besonders:

1. Dass bei Vergrösserung der Ladung der Gasdruck im Allgemeinen zunimmt, ist leicht begreiflich, weil ja der zwischen den Körnern befindliche Hohlraum kleiner wird, und zugleich die Verbrennungsfläche wächst, wodurch nothwendig eine raschere Zunahme des Druckes bedingt wird. — Näheres hierüber (auch Formeln zur Berechnung von Gasdruck, Anfangsgeschwindigkeit und richtiger Korngrösse) werde ich in einer demnächst erscheinenden Broschüre veröffentlichen. —

Dass unter gewissen Umständen (abhängig von der Korngrösse und von der Härte des Korns) eine Vergrösserung der Ladung keine Vermehrung der Anfangsgeschwindigkeit, sondern sogar eine Abnahme derselben zur Folge haben kann, ist jetzt, nach dem vorher Gesagten, leicht begreiflich, wenn man bedenkt, dass bei vermehrter Ladung eine schnellere Druckzunahme im hinteren Theil der Hülse stattfindet, und dass in Folge dessen viel schneller ein Zerdrücken der im vorderen Theil der Hülse befindlichen Pulvermasse stattfinden wird und muss, was zur Folge hat, dass eine grössere Quantität Pulver zerdrückt, und dem Geschoss als komprimirter Zapfen nachgeschoben, unverbrannt hinausgeschleudert, und erst hiebei verbrannt wird. Es muss also in diesem Fall nothwendig die Anfangsgeschwindigkeit abnehmen, weil eine ziemliche Quantität Pulver ohne Wirkung auf das Geschoss verbrennt, nämlich erst nachdem dasselbe die Mündung verlassen hat.

Dass man kein unverbranntes Pulver nachweisen konnte, ist begreiflich, wenn man in Erwägung zieht, dass der dem Geschoss als komprimirter Zapfen nachgeschobene Pulverzylinder im Moment des Verlassens der Laufmündung durch den Druck der auf ihn wirkenden Pulvergase zerdrückt und zerstäubt, und durch die dies bewirkenden Pulvergase zugleich verbrannt wird.

2. Dass die Anfangsgeschwindigkeit, bei gleicher Ladung und unter sonst ganz gleichen Umständen, vom Volumen der Hülse abhängen muss, ist begreiflich, wenn man in Betracht zieht, dass bei Verwendung einer grössern Hülse der leere Raum im Innern derselben grösser wird, und dass deshalb, nach der Entzündung des Pulvers, der Druck langsamer steigen muss, und nicht mehr diejenige Höhe erreichen kann, wie bei Verwendung einer kleinern Hülse. Es muss somit, wenn man eine grössere Hülse anwendet, die Verbrennung eine ungünstigere

sein, d. h. der Gasdruck und die Verbrennungstemperatur werden weniger hoch ausfallen, und es kann in Folge dessen das Geschoss nicht mehr diejenige Anfangsgeschwindigkeit erreichen, wie bei Verwendung einer kleinern Hülse. Je grösser also die Hülse, um so kleiner wird, unter sonst gleichen Umständen, die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses ausfallen, was durch die Versuchsergebnisse vollkommen bestätigt worden ist. — Dabei ist jedoch vorausgesetzt, dass auch bei den kleinern Hülse, ja sogar bei der kleinsten, die man verwendet (also bei ganzer Füllung der Hülse) noch eine vollständige Verbrennung des Pulvers stattfindet, bevor das Projektil den Lauf verlässt. Findet jedoch bei der kleinsten Hülse (ganze Füllung) in Folge Zerdrückens der vorderen Pulverpartie keine vollkommene Verbrennung des Pulvers statt, während das Geschoss durch den Lauf gleitet, so kann, bei successiver Vergrösserung der Hülse und stets gleicher Ladung, die Anfangsgeschwindigkeit zunehmen, weil dann, bei etwas grösserer Hülse, also bei geringerem Gasdruck, eine vollständige Verbrennung des Pulvers eintreten kann, da dasselbe nicht mehr zerdrückt wird. Vergrössert man die Hülse noch mehr, so nimmt dann, aus den schon weiter oben angegebenen Gründen, die Anfangsgeschwindigkeit wieder ab.

Dass ferner die Anfangsgeschwindigkeit mehr oder weniger auch von der Form der Hülse abhängig sein muss, bei gleichem Hülsen-volumen, gleicher Ladung und unter sonstigen gleichen Umständen, lässt sich einsehen, wenn wir folgende Betrachtung anstellen:

Denken wir uns eine Hülse von ganz normaler Form; mit einer bestimmten Ladung erhält man dabei eine gewisse Anfangsgeschwindigkeit; das Pulver möge gerade vollständig verbrennen, während das Projektil den Lauf passirt.

Bei Verwendung einer ganz kurzen und dicken Hülse jedoch, bei gleichem innerem Volumen, gleicher Ladung, und unter sonstigen gleichen Umständen wie vorher, erhält man ebenfalls, wie bei der normalen Hülse, eine vollständige Verbrennung des Pulvers, bevor das Geschoss die Mündung verlässt, somit auch dieselbe, oder nahezu dieselbe Anfangsgeschwindigkeit wie bei der normalen Hülse.

Denken wir uns nun eine Hülse von gleich grossem innerem Volumen, jedoch länger und dünner als die normale, so wird bei gleicher Ladung desselben Pulvers und unter sonstigen gleichen Umständen, jetzt, da die Pulversäule länger ist, der dem Geschoss zunächst befindliche Theil

des Pulvers noch gar nicht vom Feuerstrahl erreicht sein, wenn das Projektil die Mündung verlässt, und es muss daher ein Theil des Pulvers unverbrannt hinausgeschleudert werden, und ohne Wirkung auf das Geschoss bleiben, so dass dieses also eine geringere Anfangsgeschwindigkeit erhalten wird, als bei Benutzung der normalen Hülse. Dies ist ebenfalls durch die Versuche bestätigt worden. —

3. Sind die zwei im Boden der Hülse befindlichen Zündlöcher, statt parallel zur Hülsenachse, konvergierend oder divergierend zu derselben gerichtet, so übt dies auf die Anfangsgeschwindigkeit (unter sonst ganz gleichen Umständen) ebenfalls einen gewissen Einfluss aus, und zwar ergaben die Versuche, dass die Anfangsgeschwindigkeit im Allgemeinen grösser ausfällt bei Verwendung von konvergierenden, und kleiner bei divergierenden Zündlöchern. Dies lässt sich folgendermassen erklären:

Bei konvergierenden Zündlöchern konzentriert sich, wie leicht einzusehen, der den hintersten Theil des Pulvers entzündende Feuerstrahl gewissermassen auf *einen* Punkt, d. h. auf eine kleinere Fläche als bei parallelen oder gar bei divergierenden Zündlöchern, und es wird daher bei konvergierenden Zündlöchern im ersten Moment eine kleinere Pulverquantität entzündet, folglich auch der Druck langsamer steigen, und so der Feuerstrahl Zeit finden, weiter nach vorn zu dringen, bevor sich das Geschoss in Bewegung setzt, resp. bevor ein Zerdrücken der vordern Pulverpartie eintreten kann; — der Feuerstrahl wird daher von diesem Moment weg eine weniger lange Pulversäule zu durchdringen haben, um bis zum Geschoss zu gelangen, und es wird deshalb eher eine vollständige Verbrennung des Pulvers stattfinden können, bis das Geschoss die Mündung verlässt, und daher auch eine höhere Anfangsgeschwindigkeit erreicht werden, als im andern extremen Fall, d. h. bei Verwendung divergirender Zündlöcher.

Bei divergierenden Zündlöchern — um auch diesen Fall genau ins Auge zu fassen — vertheilt sich im ersten Moment der Feuerstrahl auf eine grössere Fläche, d. h. es wird im ersten Moment eine grössere Pulverquantität entzündet, und der Druck muss in Folge dessen schneller steigen, so dass sich das Geschoss früher in Bewegung setzt, resp. früher ein Zerdrücken der vordern Pulverpartie eintritt; es kann in diesem Augenblick der Feuerstrahl noch nicht weit nach vorn gedrungen sein, und er wird deshalb, von diesem Moment weg, einen längern Weg

bis zum Geschoss zurückzulegen haben, d. h. es wird zwischen Feuerstrahl und Geschoss ein längerer Pulverzylinder im Lauf dem Geschoss nachgeschoben, als vorhin, und beim Verlassen der Mündung kann daher die Entzündung nicht so weit gegen das Geschoss vorgedrungen sein, als vorhin, so dass jetzt mehr unverbranntes Pulver den Lauf verlässt als im ersten Fall, oder, mit andern Worten, dass jetzt unverbranntes Pulver hinausgeschleudert wird, während im erstern Fall eine vollständige oder beinahe vollständige Verbrennung des Pulvers stattfand, bevor das Geschoss die Mündung verliess. Es muss deshalb bei divergirenden Zündlöchern die Anfangsgeschwindigkeit im Allgemeinen eine kleinere sein, als bei konvergirenden.

Bei parallelen Zündlöchern liegt das Ergebniss etwa in der Mitte zwischen diesen beiden extremen Fällen.

Es wäre also am zweckmässigsten, um eine möglichst grosse Anfangsgeschwindigkeit zu erhalten, konvergirende Zündlöcher zu verwenden; da jedoch der Herstellung derselben praktische Schwierigkeiten entgegenstehen, so thut man am besten, die bisher verwendeten, leicht herzustellenden parallelen Zündlöcher beizubehalten.

Es kann natürlich auch vorkommen, dass man, je nach Verwendung einer kürzern oder längern Hülse, und je nach den sonstigen Umständen, auch bei divergirenden Zündlöchern noch eine vollständige Verbrennung des Pulvers erhält, während der Lauf passirt wird. In diesem Fall wird man dann, bei allen drei Arten von Zündlöchern, die gleiche Anfangsgeschwindigkeit erhalten, oder nahezu dieselbe, da dann in allen drei Fällen eine vollständige Verbrennung im Laufe stattfindet. — —

Ich hoffe, durch diese Betrachtungen die Vorgänge bei der Entzündung und Verbrennung des rauchlosen Pulvers dem allgemeinen Verständniss näher gerückt, und die drei, im ersten Moment etwas räthselhaften Erscheinungen, die bei den Versuchen beobachtet wurden, genügend erklärt und erläutert, oder wenigstens den richtigen Weg eingeschlagen zu haben, um zum vollkommenen Verständniss derselben gelangen zu können.

21. Ueber die Durchschlagskraft der Geschosse und Erklärung der dabei beobachteten Erscheinungen.

- a) Beweis, dass auch in dem Fall, wenn keine Deformirung des Geschosses stattfindet, die Eindringungstiefe bloß annähernd dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional ist.

Aus den vielfachen Versuchen über Durchschlagskraft hat sich ziemlich übereinstimmend ergeben, dass dieselbe — so lange sich das Geschoss beim Eindringen nicht deformirt — nahezu proportional ist dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit beim Beginn des Eindringens.

Bevor wir nun auf andere Beobachtungen näher eingehen, haben wir jetzt vor Allem zu untersuchen, ob die Eindringungstiefe in Wirklichkeit bloß annähernd dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional ist, wie aus den Versuchen hervorzugehen scheint, — oder ob die Eindringungstiefe genau dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional sei, stets unter der Voraussetzung, dass keine Deformirung des Geschosses stattfinde.

Während das Geschoss in einen Körper (denken wir uns beispielsweise Holz) eindringt, muss es das im Wege liegende Material wegschaffen; es bildet sich auf der Geschossspitze ein Kegel von zermalmtem, komprimirtem Material, mit dessen Hülfe das Geschoss wie mittelst eines vor ihm angebrachten Keiles eindringt, und das auf seinem Wege befindliche Material bei Seite schiebt; derselbe Vorgang findet statt beim Durchdringen der Luft, und liefert zugleich die Erklärung dafür, warum der Widerstand, den das Geschoss findet, derselbe bleibt, welches auch die Form der Geschossspitze sein mag, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen. Dieses Beiseiteschieben wird nicht im rechten Winkel mit der Bewegungsrichtung, sondern etwas mehr gegen vorn stattfinden; es muss dabei der Zusammenhang des im Wege befindlichen Materials aufgehoben resp. dieses letztere zerdrückt, zermalmt werden und zwar auf einem Querschnitt, der, wie leicht einzusehen, etwas grösser sein muss als der Geschossquerschnitt (da ja das bei Seite geschobene Material, zwischen welchem das Ge-

schoss durchschlüpft, rund um das Geschoss herum auch einen Platz einnimmt), und diesem proportional sein muss.

Es muss also, beim Eindringen des Geschosses, die Cohäsion oder die Zusammenhangskraft des im Wege befindlichen Materials aufgehoben werden, und zwar auf einem Querschnitt, welcher grösser als derjenige des Geschosses, jedoch demselben proportional ist; zugleich muss das durch das Geschoss verdrängte Material einen Platz finden rings um das durchschlüpfende Geschoss herum, und hiebei wird natürlich auch noch ein Theil des umgebenden Materials verdrängt, und zwar um so mehr, je weniger porös der zu durchdringende Körper ist, d. h. mit andern Worten: je poröser der Körper ist, in um so engeren Grenzen wird sich die Zusammenhangsstörung und Verdrängung des widerstehenden Materials halten, und je weniger porös der Körper ist, um so weiter um das Geschoss herum wird sich die Zusammenhangsstörung und Verdrängung des ausweichenden Materials erstrecken. Der gesammte Widerstand, den das Geschoss während des Eindringens zu überwinden hat, muss also, wie leicht einzusehen, aus einem konstanten Theil, von der Ueberwindung der Cohäsion des ausweichenden Materials herrührend, bestehen, und ferner aus einem variablen Theil, welcher von der Ueberwindung der Trägheit des im Wege liegenden Materials herrührt.

Da dieses mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit ausweichen muss, welche direkt der Geschossgeschwindigkeit proportional ist, so muss der Widerstand, den das Geschoss dadurch erleidet, dass es dem ausweichenden Material eine gewisse Geschwindigkeit zu ertheilen hat, um so grösser ausfallen, je grösser die Geschossgeschwindigkeit ist, und zwar wird, wie leicht einzusehen, der hiedurch hervorgerufene Widerstand dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional sein müssen, da ja bei doppelter Geschossgeschwindigkeit dem ausweichenden Material auch die doppelte Geschwindigkeit, also die vierfache lebendige Kraft, ertheilt werden muss, bei dreifacher Geschwindigkeit die neunfache lebendige Kraft, etc.

Wir sehen also, dass das in irgend einen Körper eindringende Geschoss erstens einen konstanten, von der Geschossgeschwindigkeit unabhängigen Widerstand zu überwinden hat, welcher von der Cohäsion und von der grössern oder geringern Porosität des zu durchdringenden Materials abhängt, — und zweitens einen variablen Widerstand, welcher

von der Ueberwindung der Trägheit des ausweichenden Materials herührt, resp. davon, dass demselben eine direkt der Geschossgeschwindigkeit proportionale mittlere Ausweichungs-Geschwindigkeit ertheilt werden muss. Dieser zweite Theil des Widerstandes muss also, nebenbei bemerkt, offenbar dem spezifischen Gewicht des zu durchdringenden Körpers proportional sein, und jeder der beiden Widerstände (konstanter und variabler) ist auch, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, direkt proportional dem Geschossquerschnitt.

Hätte das Geschoss während des Eindringens bloß den konstanten (von der Geschossgeschwindigkeit unabhängigen) Widerstand zu überwinden, so würde es bei doppelter Geschwindigkeit genau viermal so tief, bei dreifacher Geschwindigkeit neunmal so tief eindringen etc., d. h. dann wäre die Eindringungstiefe genau dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional. Nun ist aber ausserdem noch der variable (dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportionale) Widerstand zu überwinden, und es kann deshalb, weil ja der gesammte Widerstand (konstanter plus variabler) mit der Geschossgeschwindigkeit zunimmt, die Eindringungstiefe unmöglich dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional sein. Man wird also bei doppelter Geschossgeschwindigkeit nicht die vierfache Eindringungstiefe haben, sondern etwas weniger; bei dreifacher Geschossgeschwindigkeit weniger als die neunfache Eindringungstiefe u. s. f.

b) Warum staucht sich das eindringende Geschoss um so stärker, je grösser seine Geschwindigkeit ist?

Da wir den ersten Theil unserer Betrachtung erledigt und gefunden haben, dass die bei den Versuchen gemachte Beobachtung richtig ist, welche darauf hinwies, dass die Eindringungstiefe nicht genau dem Quadrat der Geschossgeschwindigkeit proportional sei, gehen wir nun dazu über, zu untersuchen, warum sich das Geschoss, wie die Versuche gezeigt haben, bei geringer Geschwindigkeit wenig oder gar nicht deformirt (staucht), während die Deformirung eine um so stärkere wird, je grösser die Geschossgeschwindigkeit ist.

Die Antwort hierauf ergibt sich ganz direkt aus dem bereits Gesagten. — Da nämlich der gesammte Widerstand, den das eindringende Geschoss zu überwinden hat, um so grösser ausfällt, je grösser die

Geschossgeschwindigkeit ist, so muss nothwendig, wenn diese eine gewisse Höhe erreicht, der zu überwindende Widerstand ein so grosser werden, dass sich das Geschoss zu stauchen beginnt. Je grösser die Geschwindigkeit, um so grösser wird der zu überwindende Widerstand und um so grösser die Stauchung (Deformirung) des Geschosses.

In dem Fall, wenn der konstante Widerstand allein schon genügt, das eindringende Projektil zu stauchen, wird also bei jeder (auch bei der allerkleinsten) Geschwindigkeit schon eine Stauchung des Geschosses stattfinden, und dieselbe wird um so bedeutender werden, je höher die Geschossgeschwindigkeit ist. (Bleigeschoss in Tannen- oder Eichenholz.)

Genügt der konstante Widerstand für sich allein nicht, das Geschoss zu stauchen, so muss der variable Widerstand eine ganz bestimmte Grösse erreichen, bevor eine Stauchung des Geschosses stattfinden kann, d. h. es wird eine Stauchung (oder Deformirung) des Projektils erst bei einer bestimmten Eindringungsgeschwindigkeit beginnen (Stahlmantelgeschoss in Tannen- und Eichenholz), und dann auch um so grösser werden, je höher die Geschossgeschwindigkeit beim Beginn des Eindringens ist.

c) Beweis, dass sich selbst das härteste Geschoss im allersweichsten Material deformiren muss, sobald nur die Geschossgeschwindigkeit gross genug ist.

Aber auch für den Fall, dass das zu durchdringende Material sehr weich, porös und spezifisch leicht wäre, so dass also sowohl der konstante, als auch der variable Widerstand (folglich auch der gesammte Widerstand) äusserst gering ausfielen, muss dennoch selbst das allerfesteste Geschoss (und wäre es auch gehärteter Stahl) bei einer gewissen Geschossgeschwindigkeit sich zu stauchen (deformiren) beginnen, weil ja mit stets zunehmender Geschwindigkeit der gesammte Widerstand, den das Geschoss zu überwinden hat, fortwährend wächst, und endlich nothwendig eine solche Grösse erreichen muss, dass sich auch das härteste Geschoss zu stauchen beginnt.

Es gibt somit, wie weich und leicht durchdringlich auch das zu durchbohrende Material sein mag, doch kein Geschoss, wie es auch beschaffen sein könnte, das sich nicht deformiren würde, sobald die Geschossgeschwindigkeit die genügende Höhe erreicht. — Mit andern

Worten: auch im weichsten Material muss sich das allerhärteste Geschoss deformiren, sobald die Geschwindigkeit hoch genug ist. —

- d) Beweis, dass für jedes Geschoss und für jedes zu durchdringende Material die Eindringungstiefe bei einer gewissen Geschossgeschwindigkeit ein Maximum erreichen muss.**

Findet beim Beginn des Eindringens eine Stauchung des vordern Geschosstheiles statt, so erleidet dadurch die Eindringungstiefe eine Einbusse, die um so grösser wird, je stärker die Stauchung ist, denn es muss dann das gestauchte, also in seinem Durchmesser vergrösserte Geschoss eindringen, wobei ja der gesammte Widerstand mit dem Geschossquerschnitt wächst. Denkt man sich die Eindringungsgeschwindigkeit von dem Punkte weg, wo die Stauchung des Geschosses beginnt, stets mehr und mehr gesteigert, so wächst auch die Stauchung des Geschosses in stets höherem Grade, und damit zugleich der Verlust an Eindringungstiefe, und es tritt dann, bei einer gewissen Geschwindigkeit, nothwendig der Fall ein, dass der durch die Stauchung des Geschosses entstehende Verlust an Eindringungstiefe so bedeutend wird, dass er die durch Steigerung der Geschwindigkeit sich ergebende Vermehrung der Eindringungstiefe vollständig aufhebt, so dass also dann die Eindringungstiefe ein Maximum erreicht, und, bei noch grösserer Geschossgeschwindigkeit, wieder kleiner wird.

Es ist nach dem bereits Gesagten selbstverständlich, dass dieser Fall immer eintreten muss, wie weich auch das zu durchdringende Material und wie hart auch das Geschoss sein mag, sobald nur die Geschossgeschwindigkeit beim Beginn des Eindringens gross genug ist.

Es existirt somit für jedes zu durchdringende Material und für jedes Geschoss ein Maximum an Eindringungstiefe.

- e) Beweis, dass der Maximalwerth der Eindringungstiefe direkt der Querschnittsbelastung des Geschosses proportional ist.**

Der Maximalwerth der Eindringungstiefe ist, wie leicht einzusehen, bei gegebenem Geschossdurchmesser direkt proportional dem Geschoss-gewicht, oder allgemeiner, der Querschnittsbelastung des Geschosses proportional, denn bei gleicher Geschossgeschwindigkeit muss ja das Projektil, wenn es (bei gleichem Durchmesser) z. B. doppelt so schwer

ist, auch doppelt so tief eindringen, da es ja die doppelte lebendige Kraft besitzt.

Es ergibt sich hieraus, dass das Maximum der Eindringungstiefe, bei gegebenem Geschossdurchmesser, direkt dem Geschossgewicht, oder allgemeiner gesagt, dass das Maximum der Eindringungstiefe direkt der Querschnittsbelastung des Geschosses proportional ist, und dass man also eine um so grössere maximale Eindringungstiefe erreichen kann, je länger das Geschoss ist.

f) Grund, warum das Geschoss in einige Materialien auf nahe Distanz weniger tief eindringt, als auf weitere Entfernungen.

Durch das Vorhergehende ist auch die bei vielen Schiessversuchen gemachte Beobachtung erklärt, dass das Geschoss in gewisse Materialien auf nahe Distanz weniger tief eindringt als auf weitere Entfernungen. In diesem Fall ist dann die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses schon grösser als diejenige Geschwindigkeit, bei welcher die Eindringungstiefe ihr Maximum erreicht, und erst in einer bestimmten Entfernung von der Mündung besitzt das Geschoss dann diejenige Geschwindigkeit, bei welcher seine Eindringungstiefe in das betreffende Material ihr Maximum erreicht. —

In dem in nächster Zeit erscheinenden dritten Theil meines Werkes: „*Das kleinste Kaliber oder das zukünftige Infanteriegewehr*“ *) werde ich die in diesem Aufsatz entwickelten Gedanken weiter verfolgen und eine genaue Formel zur Berechnung der Durchschlagskraft aufstellen, mittelst welcher man dann in den Stand gesetzt ist, die Eindringungstiefe irgend eines beliebigen Geschosses in ein beliebiges Material zu berechnen für irgend eine Geschwindigkeit beim Beginn des Eindringens, sowohl für den Fall, dass sich das Geschoss beim Eindringen nicht deformirt, als auch für den Fall, dass eine Deformirung des Projektils stattfindet. —

Mögen die soeben gemachten Betrachtungen vorläufig zum genauern Nachdenken über den behandelten Gegenstand anregen und auch den richtigen Weg weisen, um zum klaren Verständniss der behandelten, bisher noch in einiges Dunkel gehüllten Erscheinungen zu gelangen.

*) Zu beziehen von der „Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich“. Preis 5 Mk.

22. Aufstellung einer genauen Formel, zur Bestimmung der Durchschlagskraft, unter der Voraussetzung, dass sich das Geschoss, beim Eindringen, nicht deformire.

Der gesammte Widerstand P , den das Geschoss, beim Eindringen, zu überwinden hat, besteht, wie bei genauem Nachdenken leicht einzusehen ist, aus einem *konstanten Theil* P_1 , der von der Ueberwindung der *Cohäsion* herrührt, und aus einem *variablen Theil* P_2 , welcher von der Ueberwindung der *Trägheit* des im Wege liegenden Materials herrührt; dieser letztere Theil ist also von der *Geschwindigkeit* des Geschosses abhängig, resp. dem Quadrat derselben proportional, wie später gezeigt werden soll, sowie auch proportional dem spezifischen Gewicht des zu durchdringenden Körpers.

Wir führen nun folgende Bezeichnungen ein:

D Durchschlagskraft (Eindringungstiefe), in Metern.

P Gesammter Widerstand (variabel), den das Geschoss, während des Eindringens, zu überwinden hat, in Kilogrammen.

P_1 Konstanter Widerstand, von der Ueberwindung der Cohäsion herrührend, in kg.

P_2 Variabler Widerstand, von der Ueberwindung der Trägheit des im Wege liegenden Materials herrührend, in kg.

Es ist also: $P = P_1 + P_2$.

G' Geschossgewicht, in Kilogrammen.

m' Masse des Geschosses. Es ist: $m' = \frac{G'}{g}$;

$g = 9,81 \text{ m}$ Acceleration der Schwere.

v Geschwindigkeit des Geschosses, in Metern, an irgend einem Punkte seines Weges, während des Eindringens.

v_0 Geschwindigkeit des Geschosses, in Metern, beim Beginn des Eindringens.

L Lebendige Kraft des Geschosses, bei der Geschwindigkeit v , in Meterkilogrammen. Es ist: $L = \frac{m'}{2} \cdot v^2$.

d_2 Geschossdurchmesser in der Luft (Durchmesser des Laufes in den Zügen), in Metern.

(Der Durchmesser des Geschosses, während des Eindringens und nach demselben, bleibt also $= d_2$, da sich ja das Geschoss, unserer Voraussetzung entsprechend, während des Eindringens nicht deformiren soll.)

α Ein Coëfficient, der von der Cohäsion oder Zusammenhankraft der zu durchdringenden Masse, sowie von deren grösserer oder geringerer Porosität abhängt; bei porösem Material muss α kleiner, und bei nicht porösem grösser sein.

β Ein Coëfficient, welcher von der Trägheit des wegzuschiebenden Materials herrührt, welcher also dem spezifischen Gewicht desselben proportional ist.

P_1 ist dem Geschossquerschnitt proportional, weil auf diesem ganzen Querschnitt (resp. auf einem direkt davon abhängigen Querschnitt) die Trennung (Zermalmung) des Materials vor sich geht, resp. der Zusammenhang der einzelnen Theile aufgehoben wird. Es findet ja eine vollständige Zermalmung des im Wege stehenden Materials statt.

P_1 ist also direkt proportional mit d_2^2 , weil es dem Geschossquerschnitt $\left(\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}\right)$ proportional ist.

Wir dürfen also setzen: $P_1 = \alpha \cdot d_2^2$.

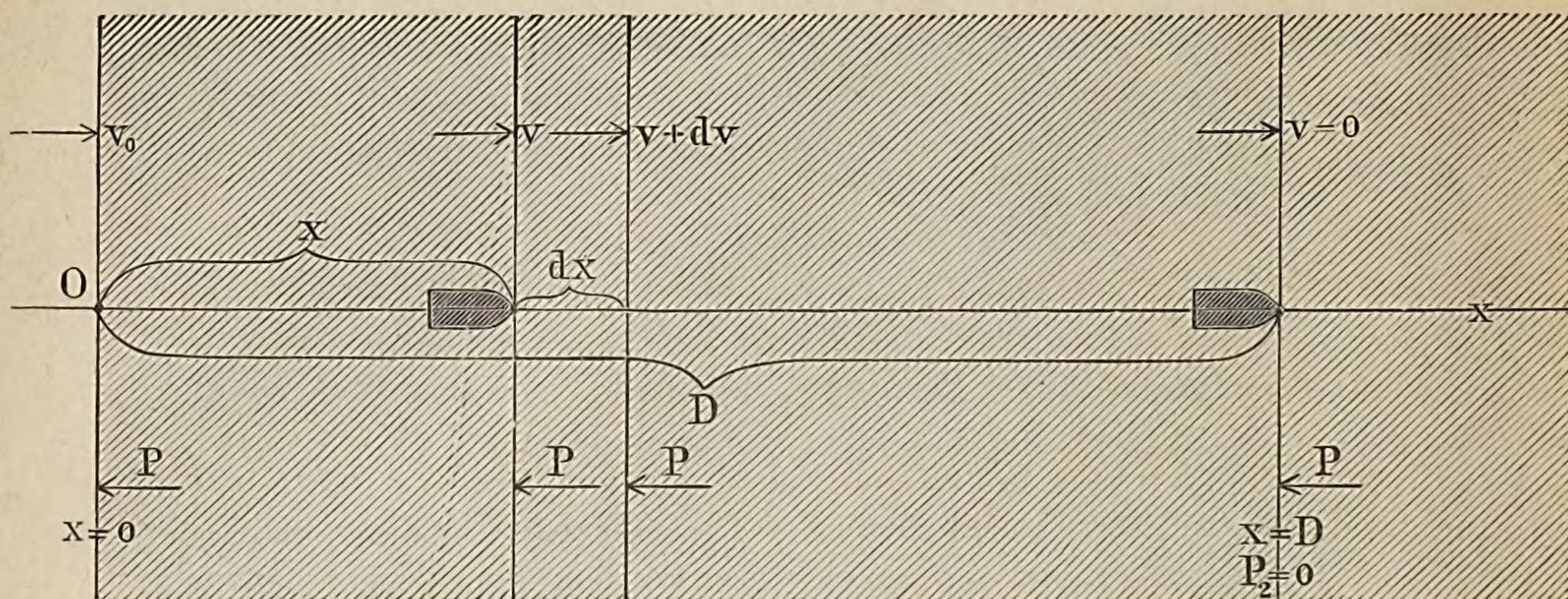
P_2 ist ebenfalls dem Geschossquerschnitt proportional, also auch proportional mit d_2^2 , weil die aus dem Wege zu räumende Masse direkt dem Geschossquerschnitt proportional ist.

P_2 ist aber auch proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, also proportional mit v^2 , sowie proportional dem spezifischen Gewichte des zu durchdringenden Körpers, wie schon weiter oben gesagt wurde. Wir haben somit: $P_2 = \beta \cdot d_2^2 \cdot v^2$. Es ist also:

$$P = P_1 + P_2 = \alpha \cdot d_2^2 + \beta \cdot d_2^2 \cdot v^2 = (\alpha + \beta \cdot v^2) \cdot d_2^2.$$

Zur Ableitung unserer Formel sind wir gezwungen, uns der Differential- und Integralrechnung zu bedienen.

dx bedeutet des Differential von x , und dv das Differential von v .



Um ganz klar einzusehen, dass P_2 direkt proportional mit v^2 sein muss, denken wir uns z. B., der unendlich kleine Weg dx werde einmal mit *einfacher*, und ein anderes Mal mit *doppelter* Geschwindigkeit zurückgelegt, so muss, im zweiten Fall, *die nämliche im Wege stehende Masse, in derselben Weise wie vorher, ausweichen*, jedoch in der halben Zeit, und erhält also dabei die *doppelte* Geschwindigkeit; hiezu muss ihr also, durch das Geschoss, eine 4 mal grössere lebendige Kraft ertheilt werden, als im ersten Fall, denn die lebendige Kraft eines Körpers wird ja repräsentirt durch den Ausdruck $\frac{M}{2} \cdot c^2$; hierbei bedeutet M die Masse des Körpers, — hier also in beiden Fällen die Nämliche, — und c die Geschwindigkeit desselben.

Ist also v doppelt so gross, als vorher, so wird die lebendige Kraft $\left(\frac{M}{2} \cdot c^2\right)$ der ausweichenden Masse viermal so gross als zuvor, und es muss somit auch die Kraft P_2 , welche der wegzuschaffenden Masse, auf demselben Wege dx , diese lebendige Kraft mittheilt, 4 mal so gross sein, als im ersten Fall.

Wir haben also gezeigt, dass, bei doppelter Geschwindigkeit, der variable Widerstand P_2 4 mal grösser ist. Ebenso lässt sich zeigen, dass der variable Widerstand P_2 bei dreifacher Geschwindigkeit 9 mal grösser, bei vierfacher Geschwindigkeit 16 mal grösser ist, u. s. f., d. h. dass P_2 dem Quadrat der Geschwindigkeit v proportional ist, was wir beweisen wollten.

Wir dürfen ferner annehmen, ohne einen merkbaren Fehler zu begehen, P sei, auf dem unendlich kleinen Wege dx , konstant. Das

Geschoss verrichtet also, während es den Weg dx zurücklegt, folgende Arbeit $= P \cdot dx$.

Vor Verrichtung dieser Arbeit hatte es die Geschwindigkeit v , und nach Verrichtung derselben die Geschwindigkeit $v + dv$.

Seine lebendige Kraft beträgt also, vor Verrichtung dieser Arbeit, $= \frac{m'}{2} \cdot v^2$, und nach Verrichtung derselben $= \frac{m'}{2} (v + dv)^2$.

Das Geschoss hat also, durch Ueberwindung des Widerstandes P , auf dem Wege dx , folgenden Verlust an lebendiger Kraft erlitten: $\frac{m'}{2} \cdot v^2 - \frac{m'}{2} (v + dv)^2$, und man hat daher die Gleichung:

Geleistete Arbeit gleich Verlust an lebendiger Kraft.

Also $P \cdot dx = \frac{m'}{2} \cdot v^2 - \frac{m'}{2} \cdot (v + dv)^2$. Ausgeführt gibt:

$$P \cdot dx = \frac{m'}{2} \cdot v^2 - \frac{m'}{2} (v^2 + 2 v dv + dv^2).$$

$$\text{Oder: } P \cdot dx = \frac{m'}{2} \cdot v^2 - \frac{m'}{2} \cdot v^2 - m' v dv - \frac{m'}{2} \cdot dv^2.$$

Die 2 ersten Glieder fallen weg, und man hat:

$$P \cdot dx = - m' \cdot v dv - \frac{m'}{2} \cdot dv^2.$$

Das Glied mit dv^2 fällt, als relativ unendlich klein gegen dasjenige mit dv , weg, und man hat: $P \cdot dx = - m' \cdot v \cdot dv$.

Für P den Werth eingesetzt, gibt:

$$d_2^2 \cdot (\alpha + \beta \cdot v^2) \cdot dx = - m' \cdot v \cdot dv.$$

Die Gleichung nach dx aufgelöst, gibt:

$$dx = - \frac{m' \cdot v \cdot dv}{(\alpha + \beta \cdot v^2) \cdot d_2^2}. \quad \text{Es ist ferner: } m' = \frac{G'}{g}.$$

$$\text{Man hat daher: } dx = - \frac{G'}{g \cdot d_2^2} \cdot \frac{v \cdot dv}{\alpha + \beta \cdot v^2}.$$

Nun ist aber das Differential von $(\alpha + \beta \cdot v^2) = 2 \cdot \beta \cdot v \cdot dv$.

Wenn wir also Zähler und Nenner des Bruches $\frac{v dv}{\alpha + \beta v^2}$ mit 2β multiplizieren, wodurch ja nichts geändert wird, so erhalten wir:

$$dx = - \frac{G'}{g \cdot d_2^2} \cdot \frac{2 \beta v dv}{2 \beta (\alpha + \beta v^2)}, \text{ oder auch so geschrieben:}$$

$$dx = - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \frac{2 \beta v dv}{\alpha + \beta v^2}. \text{ Nun ist aber der Zähler des letzten Bruches das Differential seines Nenners, und man hat also:}$$

$$dx = - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \frac{d(\alpha + \beta v^2)}{(\alpha + \beta v^2)}. \text{ Nun ist bekanntlich: } \int \frac{dx}{x} = \lg x + \text{Const.}$$

Man hat also:

$$\int dx = - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \int \frac{d(\alpha + \beta v^2)}{(\alpha + \beta v^2)} + \text{Const. Wir erhalten also:}$$

$$\left. \begin{aligned} x &= - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \lg(\alpha + \beta \cdot v^2) + \text{Const.} \\ D &= - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \lg(\alpha + \beta \cdot 0^2) + \text{Const.} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{Für } x = D \text{ ist } v = 0. \\ &\text{Man hat somit:} \\ &\text{Die untere Gleichung von} \\ &\text{der obern subtrahirt, gibt:} \end{aligned}$$

$$x - D = - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot [\lg(\alpha + \beta \cdot v^2) - \lg \alpha]. \text{ Für } x = 0 \text{ ist } v = v_0.$$

Es ist also:

$$0 - D = - \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot [\lg(\alpha + \beta \cdot v_0^2) - \lg \alpha]. \text{ Hieraus folgt:}$$

$$D = \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot \lg \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right) \dots \text{Durchschlagskraft, wenn } v_0 \text{ die Geschwindigkeit, beim Beginn des Eindringens, bedeutet.}$$

Dabei bedeutet $\lg$ den natürlichen Logarithmus.

Nun werden wir noch den natürlichen Logarithmus durch den briggschen ersetzen.

Wir erhalten:

$$D = \frac{G'}{2 \beta \cdot g \cdot d_2^2} \cdot 2,3025851 \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right)$$

Nun ist aber: $g = 9,81 \text{ m.}$

Die Formel lässt sich daher noch etwas einfacher schreiben, indem man den Zahlenwerth $\frac{2,3025851}{2 \cdot 9,81}$ ausrechnet; man erhält:

$$D = \frac{0,11736 \cdot G'}{\beta \cdot d_2^2} \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right)$$

Für β dürfen wir direkt das *spezifische Gewicht* des zu durchdringenden Körpers setzen, da es demselben proportional ist, und α sich ja nach der Grösse von β richten muss; α kann nur, mittelst *Rechnung*, aus schon vorhandenen, ganz zuverlässigen Versuchsergebnissen, über Durchschlagskraft, — wobei entschieden keine Deformirung des Geschosses eintrat, — abgeleitet werden, für jedes einzelne Material, und es richtet sich dabei zugleich dessen Grösse nach der *gegebenen* Grösse β (spez. Gewicht).

Vor unsere Formel müssen wir, selbstverständlich, einen Coefficienten setzen, und denselben mit dem Zahlenwerth 0,11736 verbinden. Unsere Formel heisst jetzt also:

$$D = \frac{\gamma \cdot G'}{\beta \cdot d_2^2} \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right) \dots \dots \text{Durchschlagskraft, wenn } v_0 \text{ die Geschossgeschwindigkeit, beim Beginn des Eindringens, bedeutet.}$$

γ ist ebenfalls, wie α , rechnungsmässig zu bestimmen, aus vorhandenen Versuchsergebnissen. Jedoch hat α , für jedes zu durchdringende Material, im Allgemeinen einen andern Werth, während γ ein unveränderlicher Zahlen-Coefficient ist.

Für das spezifische Gewicht β hat man, im Mittel, folgende Werthe:

Für trockenes weiches Tannenholz ist $\beta = 0,50$
 Für trockenes Eichen- oder Buchenholz ist $\beta = 0,80$ } Mittelwerthe.

Aus den vorhandenen Versuchsergebnissen ergeben sich nun, nach ziemlich mühsamen Rechnungen und Untersuchungen, für α und γ folgende am besten passende Werthe:

$\gamma = 0,03$ Unveränderlicher Zahlencoefficient, für jedes zu durchdringende Material.

$\alpha = 766000$ Für trockenes, weiches Tannenholz, quer zu den Fasern; $\beta = 0,5$.
 $\alpha = 1565000$ Für trockenes Eichen- oder Buchenholz, quer zu den Fasern; $\beta = 0,8$.

Sobald man in der Richtung der Fasern auf das Holz schiesst, so wird die Eindringungstiefe D meist etwas grösser, als quer zu den Fasern.

Bei *hartem* Tannenholz ist die Eindringungstiefe (D) etwa um $\frac{1}{4}$ kleiner, als bei weichem Tannenholz.

Unsere *allgemeine Formel* heisst also:

$$D = \frac{0,03 \cdot G'}{\beta \cdot d_2^2} \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right) \dots \text{Durchschlagskraft (Eindringungs-} \\ \text{tiefe), in Metern.}$$

Es bedeutet, in dieser Formel:

G' Geschossgewicht, in Kilogrammen.

d_2 Geschossdurchmesser in der Luft, in Metern. (Durchmesser des Laufes, in den Zügen.)

v_0 Geschwindigkeit des Geschosses, beim Beginn des Eindringens, in Metern.

β Spezifisches Gewicht des zu durchdringenden Körpers.

α Ein Coëfficient, der von der Cohäsion oder Zusammenhangskraft der zu durchdringenden Masse, und von deren grösserer oder geringerer Porosität abhängt.

Je grösser die Cohäsion, und je geringer die Porosität, um so grösser ist α .

α kann nur rechnungsmässig, aus bekannten Resultaten über Durchschlagskraft, abgeleitet werden, wie wir es für Tannen- und Eichenholz gethan haben.

Der Zahlen-Coëfficient (0,03) bleibt für jedes zu durchdringende Material der nämliche; β und α hingegen hängen von dem zu durchdringenden Material ab.

Diese Formel gilt aber nur so lange, als sich das Geschoss, beim Eindringen, nicht deformirt.

Bestimmung der Durchschlagskraft, wenn sich das Geschoss deformirt.

Aus der Ableitung unserer Formel, die jedoch nur so lange gilt, als sich das Geschoss nicht deformirt, haben wir gesehen, dass der ganze Widerstand P , den das Geschoss, beim Durchdringen eines Körpers, zu überwinden hat, aus 2 Theilen (P_1 und P_2) besteht, von denen P_1 konstant, P_2 hingegen von der Geschwindigkeit des eindringenden Geschosses abhängig ist, und zwar mit dem Quadrat derselben zunimmt. Es muss somit P mit der Geschwindigkeit des Geschosses wachsen, und endlich, bei einem genügend grossen Werthe von

v_0 (Geschwindigkeit des Geschosses, beim Beginn des Eindringens), eine solche Grösse erreichen, dass sich das Geschoss, während des Eindringens, staucht. Diese Stauchung wird und muss um so grösser ausfallen, je grösser v_0 ist. Bis zu einem gewissen Werthe von v_0 bleibt also das Geschoss undeformirt, also ungestaucht; von da weg (wir wollen diesen *Grenzwert* von v_0 , bei welchem die *Deformirung* des Geschosses *beginnt*, mit ε bezeichnen) staucht sich das Geschoss, beim Beginn des Eindringens, und zwar um so stärker, je grösser v_0 ist. Es wird also, wenn v_0 grösser als ε ist, der Durchmesser des Geschosses grösser werden, als d_2 , und diesen (von v_0 und ε abhängigen) grössern Werth von d_2 müssen wir also in unsre Formel einführen, weil ja dann, fast vom Beginn des Eindringens weg, das Geschoss diesen vergrösserten Durchmesser hat; wir wollen denselben d_3 nennen.

Wie aus verschiedenen Versuchsergebnissen über Durchschlagskraft (wenn sich das Geschoss *deformirt*) hervorgeht, können wir den durch Stauchung des Geschosses vergrösserten Werth von d_2 (derselbe ist um so grösser, um je mehr v_0 den Werth ε übertrifft) am richtigsten durch folgenden Ausdruck darstellen:

$$d_3 = d_2 + \left(\frac{v_0 - \varepsilon}{4000 + 3 v_0} \right)^2$$

Unsere Formeln (sowohl für den Fall, dass sich das Geschoss nicht deformirt, als auch für den Fall, dass es sich deformirt) werden also heissen:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = \frac{0,03 \cdot G'}{\beta \cdot d_2^2} \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right) \\ \hline D = \frac{0,03 \cdot G'}{\beta \cdot d_3^2} \cdot \lg^{10} \left(\frac{\alpha + \beta \cdot v_0^2}{\alpha} \right) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Durchschlagskraft in Metern, so lange} \\ \text{sich das Geschoss, beim Eindringen,} \\ \text{nicht deformirt, also für: } v_0 < \varepsilon. \\ \hline \text{Durchschlagskraft in Metern, wenn} \\ \text{sich das Geschoss, beim Eindringen,} \\ \text{deformirt, also für } v_0 > \varepsilon. \end{array}$$

Es bedeutet in der zweiten Formel:

$$\underline{d_3 = d_2 + \left(\frac{v_0 - \varepsilon}{4000 + 3 v_0} \right)^2} \dots \text{Durchmesser des gestauchten Geschosses, in Metern.}$$

$\varepsilon \dots$ Geschossgeschwindigkeit, beim Beginn des Eindringens, in Metern, bei welcher sich das Geschoss zu deformiren beginnt.

Die Bedeutung der übrigen Grössen ist bekannt.

Es ist ferner, wie schon weiter oben angegeben wurde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 766000 \dots \text{Für trockenes, weiches Tannenholz, quer zu} \\ \text{den Fasern; } \beta = 0,5. \\ \alpha = 1565000 \dots \text{Für trockenes Eichen- und Buchenholz, quer zu} \\ \text{den Fasern; } \beta = 0,8. \end{array} \right\}$$

Unter Benutzung des vorhandenen Versuchsmaterials ergeben sich nun folgende Werthe für ε :

	Für weiches Tannenholz	Für Eichen- und Buchenholz
<i>Stahlmantelgeschoss</i> (Hebler; Oesterreich; Deutschland)	$\varepsilon = 570.$	$\varepsilon = 550.$
<i>Harter Nickelmantel</i> (Mauser, Belgien) .	$\varepsilon = 450.$	$\varepsilon = 415.$
<i>Weicher Nickelmantel</i> (Lebel, Frankreich)	$\varepsilon = 390.$	$\varepsilon = 150.$
<i>Kupfermantel</i> (Rubin)	$\varepsilon = 100.$	$\varepsilon = 60.$

Zur Bestimmung des Coëfficienten α , sowie der Geschwindigkeit ε , für andere zu durchdringende Materialien, ist jetzt noch zu wenig sicheres Versuchsmaterial vorhanden, und wir mussten uns deshalb hier damit begnügen, die aus den vorhandenen Versuchsergebnissen ermittelten Werthe von α und ε , für *weiches Tannenholz*, sowie für *Eichen- und Buchenholz*, anzugeben.

Aber auch die soeben angegebenen Werthe von ε sind noch sehr verbesserungsfähig, sowie auch die für α angegebenen Werthe, und dieselben werden deshalb voraussichtlich in Zukunft, wenn einmal *mehr* und *sichereres* Versuchsmaterial zu Gebote steht, noch verschiedene Korrekturen erfahren.

Dasselbe gilt auch für die Bauart des Ausdruckes, welchen d_3 repräsentirt.

Immerhin kommen die soeben angegebenen Werthe von α und ε ihrem wahren Werthe jedenfalls schon ziemlich nahe, und die Konstruktion des durch d_3 repräsentirten Ausdruckes scheint ebenfalls ziemlich richtig zu sein.

Um hierüber richtiger und leichter urtheilen zu können, bringen wir hier *eine nach diesen Formeln berechnete Tabelle über die Durchschlagskraft*, für verschiedene Geschosse, sowie für verschiedene Werthe der Geschossgeschwindigkeit (v_0), beim Beginn des Eindringens. (Von 0 bis 1000 Meter.)

Tabelle für die Eindringungstiefen der Geschosse, in Holz, für verschiedene Geschwindigkeiten (v_0), beim Beginn des Eindringens.

$\alpha = 766000$ (für weiches trockenes Tannenholz (T), quer zu den Fasern); $\beta = 0,5$.

$\alpha = 1565000$ (für trockenes Eichen- u. Buchenholz (E), „ „ „ „ ; $\beta = 0,8$.

v_0	Hebler. Stahlmantel. $d_2 = 0,0078$ $G' = 0,0131$				Mauser. Harter Nickelmantel. $d_2 = 0,00776$ $G' = 0,014$				Lebel. Weicher Nickelmantel. $d_2 = 0,0083$ $G' = 0,015$				Rubin. Kupfermantel. $d_2 = 0,0077$ $G' = 0,014$			
	T		E		T		E		T		E		T		E	
	$\varepsilon = 570$		$\varepsilon = 550$		$\varepsilon = 450$		$\varepsilon = 415$		$\varepsilon = 390$		$\varepsilon = 150$		$\varepsilon = 100$		$\varepsilon = 60$	
	D	d_3	D	d_3	D	d_3	D	d_3	D	d_3	D	d_3	D	d_3	D	d_3
m	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm
0	0	7,80	0	7,80	0	7,76	0	7,76	0	8,30	0	8,30	0	7,70	0	7,70
100	3,6	„	1,8	„	3,9	„	1,9	„	3,7	„	1,8	„	4,0	„	1,9	7,79
200	14,5	„	7,1	„	15,6	„	7,7	„	14,6	„	7,0	8,42	14,1	8,17	6,2	8,63
300	32,0	„	15,8	„	34,6	„	17,0	„	32,4	„	12,9	9,24	23,7	9,37	10,1	10,1
400	55,7	„	27,6	„	60,2	„	29,8	„	56,3	8,30	17,1	10,6	29,8	11,0	12,5	12,0
500	84,8	„	42,2	„	89,7	7,84	42,9	8,00	78,1	8,70	19,3	12,4	32,7	13,0	13,8	14,1
600	117,6	7,83	58,1	7,87	108,4	8,43	50,0	8,78	89,3	9,61	20,1	14,3	33,6	15,1	14,4	16,4
700	139,0	8,25	67,5	8,40	113,6	9,44	51,6	9,94	91,6	10,9	20,2	16,4	33,5	17,4	14,6	18,7
800	144,2	9,09	69,4	9,33	110,2	10,8	49,8	11,4	88,7	12,4	20,0	18,6	32,9	19,7	14,5	21,1
900	138,6	10,2	66,7	10,5	102,8	12,3	46,7	13,0	83,5	14,1	19,5	20,8	32,1	22,0	14,4	23,4
1000	128,0	11,6	61,9	11,9	94,4	13,9	43,3	14,7	77,7	15,9	19,0	23,1	31,2	24,2	14,2	25,7
D (max.) = 144,3 cm d_3 = 8,99 mm v_0 = 790 m D (max.) = 69,5 cm d_3 = 9,12 mm v_0 = 780 m D (max.) = 113,6 cm d_3 = 9,44 mm v_0 = 700 m D (max.) = 51,6 cm d_3 = 9,81 mm v_0 = 690 m D (max.) = 91,6 cm d_3 = 10,9 mm v_0 = 700 m D (max.) = 20,3 cm d_3 = 15,8 mm v_0 = 670 m D (max.) = 33,7 cm. d_3 = 16,0 mm v_0 = 640 m D (max.) = 14,6 cm d_3 = 19,7 mm v_0 = 740 m																

Aus unsrer Tabelle ergibt sich, was vorauszusehen, und sogar mit Nothwendigkeit zu fordern war, dass, *welches auch das Geschoss, sowie das zu durchdringende Material sein mag, doch stets die Eindringungstiefe, bei einem gewissen Werthe von v_0 , ein Maximum erreicht, und dann, bei noch grösseren Werthen von v_0 , wieder abnimmt*, — wegen der mit v_0 stark zunehmenden Deformirung des Geschosses.

Wenn später einmal genügendes Versuchsmaterial über Durchschlagskraft, *gegen alle möglichen Materialien*, vorhanden sein wird, so ist man dann im Stande, für *jedes* zu durchdringende Material den in unsern Formeln vorkommenden Coëfficienten α , sowie auch die Geschoss-geschwindigkeit ε , bei welcher die Deformirung des Geschosses beginnt, ganz genau und zuverlässig zu bestimmen.

Dann ist man im Stande, mittelst unsrer Formeln, ohne Weiteres, für jedes beliebige Geschoss, anzugeben, wie weit es in ein ganz beliebiges Material eindringt, bei einer gewissen Geschwindigkeit, beim Beginn des Eindringens, und wie stark sich dabei das Geschoss deformirt (staucht).

23. Das rauchlose Pulver. Aufstellung empirischer Formeln, zur Berechnung des maximalen Gasdruckes, und der Anfangsgeschwindigkeit.

Eintheilung der wichtigsten rauchlosen Pulversorten.

Die heute existirenden rauchfreien Pulversorten lassen sich, nach der äussern Form der Körner, folgendermassen eintheilen:

1. **Blättchenpulver** (dünne quadratische Blättchen; als spezieller Fall auch Würfelchen).
2. **Kornpulver** (Körner in Form unregelmässiger Bruchstücke; oder in Kugelform).

Zum Blättchenpulver gehört:

- a) Das *französische Blättchenpulver*. (Quadratische Blättchen von 0,3 mm Dicke, und 3 mm Seite.)
- b) Das *Walsroder Blättchenpulver*. *W. G. P.* (Ebenfalls quadratische Blättchen von 0,3 mm Dicke, und 3 mm Seite.)
- c) Das *Spandauer Blättchenpulver*. (Quadratische Blättchen von ca. 0,3 mm Dicke, und 1 mm Seite.)

- d) Das *Würfelpulver von Avigliana*, als spezieller Fall der quadratischen Blättchen. Dasselbe besteht aus Würfelchen von ca. 1 mm Seite.

Zum Kornpulver gehört:

- a) Das *österreichische Pulver*, erfunden von Major Schwab; Körner in Form unregelmässiger Bruchstücke; Durchmesser nicht genau bekannt.
- b) Das *S-Pulver* (es ist mir nicht gestattet, den vollen Namen dieses Pulvers mitzutheilen); Körner in Form unregelmässiger Bruchstücke, von ca. 0,4 mm Durchmesser.
- c) Das *Kallivoda-Hebler-Pulver* (*K. H. P.*); Körner in Form von Kugeln, von ca. 1 mm Durchmesser, oder etwas grösser.

Ausserdem gibt es, sowohl beim Blättchenpulver, als beim Kornpulver, noch einige andere Sorten, die aber hier, als zu untergeordneter Natur, nicht angeführt werden.

Mit alleiniger Ausnahme des *K. H. Pulvers* (*K. H. P.*) sind alle diese Pulversorten als „*homogenes Pulver*“ zu bezeichnen, weil das Korn aussen und innen aus einer durchaus gleichmässigen Masse besteht, die überall gleich dicht, und gleich schnell verbrennlich ist.

Das *K. H. Pulver* allein ist *nicht homogen*; an der Oberfläche ist es langsam, im Innern aber schnell verbrennlich, wodurch der Gasdruck auf das erreichbar niedrigste Mass reduziert wird; dies ist die **Pulversorte der Zukunft**, welche alle übrigen Pulversorten binnen Kurzem verdrängen wird.*)

Die Entwicklungsstadien der randlosen Heblerpatrone.

Um Verwechslungen und spätere Wiederholungen zu vermeiden, will ich hier bemerken, dass meine *randlose* Patrone folgende 3 Stadien

*) Ueber das *Geheimniss* des Kallivoda-Hebler-Pulvers (Grundstoff, Herstellungsweise etc.) darf selbstverständlich hier *nicht das Geringste* mitgetheilt werden.

durchgemacht hat, in ihrer Konstruktion, indem sie *ursprünglich für komprimiertes Schwarzpulver konstruiert* war, und dann dem *rauchlosen* Pulver angepasst wurde, wobei Wand und zuletzt auch Boden der Hülse verstärkt, und das Geschoss etwas leichter gemacht wurde:

1. *Aeltere randlose Heblerpatrone.* (M. 87.)

Hülse = 7,2 gr; inneres Volumen derselben, bis zum Geschoss = 3,513 cbcm; Boden und Hülsenwand ziemlich schwach; Geschoss 14,0 gr; Durchmesser des Geschosses: hinten 8,0 mm, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm; Länge des Geschosses 30 mm; Länge der Patrone 75 mm.

2. *Neuere randlose Heblerpatrone.* (M. 89.)

Hülse = 8,5 gr; inneres Volumen derselben, bis zum Geschoss = 3,392 cbcm; Hülsenwand verstärkt; Geschoss 13,1 gr; Durchmesser des Geschosses: hinten 7,8 mm, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm; Länge des Geschosses 29,4 mm; Länge der Patrone 74 mm.

3. *Neuste randlose Heblerpatrone.* (M. 90.)

Hülse = 9,3 gr; inneres Volumen derselben, bis zum Geschoss = 3,250 cbcm; Boden und Hülsenwand noch mehr verstärkt; Geschoss 13,1 gr; Durchmesser des Geschosses: hinten 7,8 mm, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm; Länge des Geschosses 29,4 mm; Länge der Patrone 74 mm.

Der *normale Heblerlauf* hat: 4 Züge; Kaliber 7,5 mm; Zugtiefe 0,15 mm; Drall-Länge 24 cm.

Bei allen 3 Stadien der Patrone war der Lauf stets der nämliche; nur ausnahmsweise wurde auch der 6 zügige Lauf verwendet.

Bei allen 3 Stadien, welche die *randlose Heblerpatrone* in ihrer Entwicklung durchmachen musste, waren die *äussern Dimensionen der Patronenhülse stets genau die nämlichen.*

1. Blättchenpulver.

Es wurden mit *Walsroder-Pulver* umfassende *Schiessversuche* gemacht, mit allen 3 Entwicklungsstadien der randlosen Heblerpatrone, mit 6zügigen und 4zügigen Läufen, ferner mit normalen und erweiterten Läufen, auch bei sehr verschiedenen Temperaturen, mit verschiedenen Dimensionen und Dicken der Pulverblättchen, mit verschiedenen Ladungen etc. etc.

Solche Versuche wurden auch mit dem *Avigliana-Pulver* gemacht, mit verschiedenen Ladungen und verschiedener Grösse der Pulverwürfelchen.

Ebensolche Versuche wurden auch mit *andern Gewehrsystemen* (Kropatschek, Mannlicher etc.) durchgeführt, unter sehr verschiedenen Umständen, auch mit verschiedenen Geschossgewichten, verschiedenen Ladungen etc. etc.

Das eingehende Studium aller dieser Versuchsergebnisse ermöglichte es mir alsdann, einen klaren Einblick zu gewinnen, bezüglich des Einflusses, welchen die verschiedenen Faktoren, von welchen Gasdruck und Anfangsgeschwindigkeit abhängen, auf diese ausüben.

So gelangte ich schliesslich dazu, für Gasdruck und Anfangsgeschwindigkeit *empirische Formeln* aufzustellen, mittelst welcher man nun im Stande ist, für jeden Lauf und jede Patrone, resp. für jedes Gewehr- und Munitionssystem, sowie auch für jedes beliebige Blättchenpulver (oder auch Würfelpulver), und für ganz beliebige Dimensionen der Blättchen, ohne Weiteres **Gasdruck** und **Anfangsgeschwindigkeit** zu **berechnen**, für jede beliebige äussere Temperatur, für jede Ladung, für normalen, erweiterten oder engern Lauf etc., kurz *unter allen Umständen, die vorkommen können*.

Diese Formeln sind sehr zuverlässig, und stimmen mit den Versuchen aufs Beste überein, so dass man sich vollkommen, und unter allen Umständen, auf diese Formeln verlassen kann.

a) Empirische Formeln zur Berechnung des Gasdruckes
und der Anfangsgeschwindigkeit.

(Für Blättchenpulver.)

$$P = \alpha \cdot \left(\frac{F}{V} \cdot \frac{G'}{Q} \cdot \frac{Q_1}{Q} \right)^2 \cdot (900 + t) \cdot (16 + N) \cdot \frac{D}{D-2} \cdot \frac{V_1 + 500}{V_1 + 40000} \cdot \frac{Q' + 450}{Q' + 6}$$

$$v_{25} = \beta \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot \frac{D-2}{D} \cdot (273 + t) \cdot (40000 + P) \cdot (120 - N)}$$

Diese empirischen Formeln (zur Berechnung von P und v_{25} , für Blättchenpulver) gelten, wie schon gesagt wurde, ganz allgemein, und unter allen Umständen, für jedes beliebige Blättchenpulver (und Würfelpulver), für jedes beliebige Mantelgeschoss, und so fort.

α und β sind Coëfficienten, die von der Pulversorte, vom Sistem der Waffe und ihrer Munition, resp. von der Konstruktion des Uebergangs-Conus, ferner vom Material des Geschossmantels, von der Fettung (ob gefettet oder ungefettet) abhängen, und welche nur durch Versuche bestimmt werden können.

So ist z. B.:

Beim Portugiesischen Kropatschek-Gewehr (Stahlmantel), für gefettete Munition, und für Walsroder Blättchenpulver:

$$\begin{cases} \alpha = 0,05534 \\ \beta = 0,003824 \end{cases}$$

Beim Hebler-Gewehr (Stahlmantel), für gefettete Munition, und für Walsroder Blättchenpulver ist:

$$\begin{cases} \alpha = 0,05776 \\ \beta = 0,003953 \end{cases}$$

Die zweite Formel gilt nur so lange, als vollständige Verbrennung des Pulvers stattfindet, also nur dann, wenn das Pulver vollständig verbrennen mag, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt.

Es bedeutet in diesen Formeln:

P Maximaler Gasdruck, in Atmosphären.

- v_{25} Geschossgeschwindigkeit, auf 25 Meter von der Mündung, in Metern.
 F Anfängliche Brennfläche, in Quadratmillimetern. (Summe der Oberflächen aller Pulverkörner.)
 V Anfänglicher Hohlraum, in Kubikmillimetern. (Volumen der Hülse, weniger Volumen des Pulvers.)
 G' Geschossgewicht, in Grammen.
 Q' Normaler Laufquerschnitt, in Quadratmillimetern.
 Q Effektiver " " "
 Q_1 Mittlerer Geschossquerschnitt, in Quadratmillimetern. (Arithmetisches Mittel aus dem Querschnitt zu hinterst, und demjenigen, wo die Geschoss-Spitze beginnt.)
 V_1 Volumen der Hülse, bis zum Geschoss, resp. bis zur hintersten Scheibe, in Kubikmillimetern. (Raum, den das Pulver einnimmt, sammt den Zwischenräumen.)
 G_2 Gewicht der Pulverladung, in Grammen.
 t Temperatur der Luft, während des Versuches, in Celsiusgraden. (Am Schatten gemessen.)
 D Drall-Länge, in Centimetern. (Länge, auf welche die Züge eine Umdrehung machen.)
 N Anzahl der Züge.

Wir werden nun, zur bessern Erläuterung und Anwendung unsrer Formeln, einige *Beispiele* rechnen. *Bei allen diesen Beispielen ist angenommen, dass die Ladung aus Walsroder Pulver (W. G. P.) bestehe.* (Quadratische Blättchen von 3 mm Seite, und 0,3 mm Dicke.)

Spezifisches Gewicht des Walsroder Pulvers = 1,53.

Volumen eines Pulverkorns = $3^2 \cdot 0,3 = 2,7$ cbmm; Gewicht eines Pulverkorns = $2,7 \cdot 0,00153 = 0,004131$ gr.

Oberfläche eines Pulverkorns = $2 \cdot 3^2 + 4 \cdot 3 \cdot 0,3 = 21,6$ qmm.

1. Beispiel.

Heblerlauf und *ältere randlose Heblerpatrone (gefettet)*. Man hat also: $G' = 14,0$ gr; Geschoss hinten 8,0, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick; $Q_1 = 48,415$; $V_1 = 3513$; 4 Züge; Drall-Länge = 24 cm; also $N = 4$; $D = 24$; Kaliber = 7,56; Zug-

tiefe = 0,17; Lauf in den Zügen = 7,90; also $Q' = 46,583$; $Q = 47,587$;
 $\frac{Q_1}{Q} = 1,0174$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,98290$. Wir erhalten nun:

Für 2,2 gr *Ladung*, und bei $t = + 20^\circ$: $P = 2770$; $v_{25} = 610,8$.
 „ 2,2 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 2691$; $v_{25} = 582,5$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = + 20^\circ$: $P = 3239$; $v_{25} = 627,9$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 3148$; $v_{25} = 598,8$.

Es ist $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,05776. \\ \beta = 0,003953. \end{array} \right\}$ (*Stahlmantelgeschoss.*)

2. Beispiel.

Heblerlauf (normal) und ältere randlose Heblerpatrone (gefettet).
 Man hat also: $G' = 14,0$ gr; Geschoss hinten 8,0, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick; $Q_1 = 48,415$; $V_1 = 3513$; 4 Züge; Drall-Länge = 24 cm; also $N = 4$; $D = 24$; Kaliber = 7,50; Zugtiefe = 0,15; Lauf in den Zügen = 7,80; also $Q' = 46,583$;

$Q = 46,583 = Q'$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0393$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,96217$. Man erhält nun:

Für 2,2 gr *Ladung*, und bei $t = + 20^\circ$: $P = 3016$; $v_{25} = 606,1$.
 „ 2,2 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 2931$; $v_{25} = 578,0$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = + 20^\circ$: $P = 3528$; $v_{25} = 623,4$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 3428$; $v_{25} = 594,4$.

Es ist dabei: $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,05776. \\ \beta = 0,003953. \end{array} \right\}$ (*Stahlmantelgeschoss.*)

3. Beispiel.

Heblerlauf und ältere randlose Heblerpatrone (gefettet). Man hat:
 $G' = 14,0$ gr; Geschoss hinten 8,0, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick; $Q_1 = 48,415$; $V_1 = 3513$; 4 Züge; Drall-Länge = 24 cm; also $N = 4$; $D = 24$; Kaliber = 7,66; Zugtiefe = 0,16; Lauf in den Zügen = 7,98; also $Q' = 46,583$; $Q = 48,670$;
 $\frac{Q_1}{Q} = 0,99305$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0070$.

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$. Wir erhalten nun:

Für 2,2 gr *Ladung*, und bei $t = + 20^\circ$: $P = 2522$; $v_{25} = 616,5$.
 „ 2,2 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 2451$; $v_{25} = 588,0$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = + 20^\circ$: $P = 2950$; $v_{25} = 633,5$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 2867$; $v_{25} = 604,1$.
 (*Stahlmantelgeschoss.*)

4. Beispiel.

Heblerlauf (6-zügig) und ältere randlose Heblerpatrone. (Gefettet.)
 Mat hat: $G' = 14,0$ gr; Geschoss hinten 8,0, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick; $Q_1 = 48,415$; $V_1 = 3513$; 6 Züge; Drall-Länge = 28 cm; also $N = 6$; $D = 28$; Kaliber = 7,62; Zugtiefe = 0,13; Lauf in den Zügen = 7,88; also $Q' = 46,583$; $Q = 47,987$;
 $\frac{Q_1}{Q} = 1,0089$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,99115$.

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$. Man erhält nun:
 Für 2,2 gr *Ladung*, und bei $t = + 20^\circ$: $P = 2909$; $v_{25} = 607,7$.
 „ 2,2 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 2826$; $v_{25} = 579,5$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = + 20^\circ$: $P = 3402$; $v_{26} = 624,9$.
 „ 2,3 gr *Ladung*, „ „ $t = - 6^\circ$: $P = 3306$; $v_{25} = 595,9$.
 (*Stahlmantelgeschoss.*)

5. Beispiel.

Heblerlauf und neuere randlose Heblerpatrone. (Gefettet.) Man hat also: $G' = 13,1$ gr; Geschoss hinten 7,8, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick; $Q_1 = 47,174$; $V_1 = 3392$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber = 7,56; Zugtiefe = 0,17; Lauf in den Zügen = 7,90; $Q' = 46,583$; $Q = 47,587$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,99131$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0088$.

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$. Wir erhalten nun:
Ladung 2,2 gr; $t = + 20^\circ$; $P = 2524$; $v_{25} = 637,9$.
Ladung 2,2 gr; $t = - 6^\circ$; $P = 2453$; $v_{25} = 608,4$.
 (*Stahlmantelgeschoss.*)

6. Beispiel.

Heblerlauf (normal) und neuere randlose Heblerpatrone. (Gefettet.) Hier hat man: $G' = 13,1$ gr; Geschoss 7,8 : 7,7; $Q_1 = 47,174$;

$$V_1 = 3392; N = 4; D = 24; \text{Kaliber} = 7,50; \text{Zugtiefe} = 0,15; \\ \text{Lauf in den Zügen} = 7,80; Q' = 46,583; Q = 46,583 = Q'; \\ \frac{Q_1}{Q} = 1,0127; \frac{Q}{Q_1} = 0,98749.$$

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776; \beta = 0,003953$.

Man erhält nun, nach unsern Formeln:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = +20^\circ; P = 2749; v_{25} = 632,7. \\ \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = -6^\circ; P = 2671; v_{25} = 603,5. \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{Stahlmantel-} \\ \text{geschoss.}) \end{array}$$

7. Beispiel.

Heblerlauf und neuere randlose Heblerpatrone. (Gefettet.) Hier ist: $G' = 13,1 \text{ gr; Geschoss } 7,8 : 7,7; Q_1 = 47,174; V_1 = 3392; N = 4; D = 24; \text{Kaliber } 7,66; \text{Zugtiefe } 0,16; \text{Lauf in den Zügen } 7,98; Q' = 46,583; Q = 48,670; \frac{Q_1}{Q} = 0,96926; \frac{Q}{Q_1} = 1,0317.$

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776; \beta = 0,003953$. Man erhält nun:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = +20^\circ; P = 2307; v_{25} = 643,4. \\ \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = -6^\circ; P = 2242; v_{25} = 613,7. \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{Stahlmantel-} \\ \text{geschoss.}) \end{array}$$

8. Beispiel.

Heblerlauf (6-zügig) und neuere randlose Heblerpatrone. (Gefettet.) Hier hat man: $G' = 13,1 \text{ gr; Geschoss } 7,8 : 7,7; Q_1 = 47,174; V_1 = 3392; N = 6; D = 28; \text{Kaliber } 7,62; \text{Zugtiefe } 0,13; \text{Lauf in den Zügen } 7,88; Q' = 46,583; Q = 47,987; \frac{Q_1}{Q} = 0,98306; \frac{Q}{Q_1} = 1,0172.$

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776; \beta = 0,003953$. Man erhält nun:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = +20^\circ; P = 2651; v_{25} = 634,5. \\ \text{Ladung } 2,2 \text{ gr; } t = -6^\circ; P = 2576; v_{25} = 605,1. \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{Stahlmantel-} \\ \text{geschoss.}) \end{array}$$

9. Beispiel.

Kropatschek-Gewehr. (Gefettet.) Hier hat man: $G' = 14,7 \text{ gr; } Q_1 = 50,944; V_1 = 4563; N = 4; D = 28; \text{Kaliber } 8,00; \text{Zug-}$

tiefe 0,15; Lauf in den Zügen 8,30; $Q' = Q = 52,845$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,96403$;

$$\frac{Q}{Q_1} = 1,0373.$$

Es ist ferner: $\alpha = 0,05534$; $\beta = 0,003824$.

Man erhält nun, nach unsern Formeln:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung 3,0 gr; } t = +20^\circ; \underline{P = 2779}; \underline{v_{25} = 696,3.} \\ \text{Ladung 3,0 gr; } t = -6^\circ; \underline{P = 2701}; \underline{v_{25} = 664,1.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{Stahlmantel-} \\ \text{geschoss.}) \end{array}$$

Die verschiedenen Hülsen fassen, bei ganzer Füllung, vom Walsroderpulver (also bis zum Geschoss, resp. bis zur hintersten Scheibe gefüllt):

Portugal (Kropatschek)	. . . = 2,96 gr	(Ungerüttelt.) Rüttelt man die gefüllte Hülse, so bringt man grössere Ladungen hinein.
Nagant	. . . = 2,48 gr	
Frankreich (Lebel)	. . . = 2,83 gr	
Oesterreich (Mannlicher)	. . . = 2,59 gr	
Hebler (ältere Patrone)	. . . = 2,28 gr	
Hebler (neuere Patrone)	. . . = 2,20 gr	
Hebler (neuste Patrone)	. . . = 2,11 gr	
Deutschland (Mauser 11 mm)	. . . = 3,29 gr	

10. Beispiel.

Wir berechnen nun Gasdruck und v_{25} für's Lebelgewehr, für ganze Füllung, mit Walsroder Pulver. $G' = 15,0$ gr; $Q_1 = 51,538$; $V_1 = 4360$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber 8,00; Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 8,30; $Q' = Q = 52,845$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,97528$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0253$.

Es ist ferner: $\alpha = 0,05534$; $\beta = 0,003824$. (Für α und β haben wir dieselben Werthe angenommen, wie beim portugiesischen Kropatschekgewehr.)

Man erhält:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung 2,8 gr; } t = +20^\circ; \underline{P = 2673}; \underline{v_{25} = 657,0.} \\ \text{Ladung 2,8 gr; } t = -6^\circ; \underline{P = 2597}; \underline{v_{25} = 626,6.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} (\text{Nickelmantelgeschoss.}) \\ (\text{Ungefettete Munition.}) \end{array}$$

Bei der Kropatschek- und Lebelpatrone sind aber blos ca. 2000 Atmosphären Gasdruck zulässig. Bei diesem Gasdruck erhielt man, bei $+20^\circ$:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kropatschek ca. 650 m} = v_{25} \\ \text{Lebel ca. 630 m} = v_{25} \end{array} \right\} \text{Bei 2000 Atm.}$$

Man hat dann aber nur *theilweise* Füllung der Hülse, was *unzulässig* ist.

Bei *Hebler* hingegen sind *3000 Atm.* vollkommen zulässig.

11. Beispiel.

Wir werden nun, nach unsern Formeln, für **Kropatschek** (Portugal), **Lebel** (Frankreich), und **Mannlicher** (Oesterreich), den *maximalen Gasdruck* und v_{25} berechnen, für **ganze Füllung der Hülsen mit Walsroder-Pulver**, und für **15,0 gr Geschossgewicht**, bei allen 3 Waffen.

Da alle 3 Waffen *8,0 mm Kaliber* haben, so ist bei allen dreien die *Querschnittsbelastung* dieselbe, nämlich $= 0,298 \text{ gr}$. Man erhält nun, nach unsern Formeln, indem man α und β wie bei *Kropatschek* annimmt:

Portugal. (Kropatschek.)

4 Züge; Drall 28 cm; Zugtiefe 0,15 mm; $V_1 = 4563$.

$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung 2,96 gr; } t = + 20^\circ; P = 2757; v_{25} = 684,5. \\ \text{Ladung 2,96 gr; } t = - 6^\circ; P = 2679; v_{25} = 652,8. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Stahlmantel,} \\ \text{gefettet.} \end{array}$

Frankreich. (Lebel.)

4 Züge; Drall 24 cm; Zugtiefe 0,15 mm; $V_1 = 4360$.

$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung 2,83 gr; } t = + 20^\circ; P = 2755; v_{25} = 660,9. \\ \text{Ladung 2,83 gr; } t = - 6^\circ; P = 2677; v_{25} = 630,3. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Nickelmantel,} \\ \text{ungefettet.} \end{array}$

Oesterreich. (Mannlicher.)

4 Züge; Drall 25 cm; Zugtiefe 0,20 mm; $V_1 = 3997$.

$\left. \begin{array}{l} \text{Ladung 2,59 gr; } t = + 20^\circ; P = 2362; v_{25} = 636,3. \\ \text{Ladung 2,59 gr; } t = - 6^\circ; P = 2296; v_{25} = 607,0. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Stahlmantel,} \\ \text{gefettet.} \end{array}$

12. Beispiel.

Wir nehmen nun an, das *neue Heblergeschoss* (13,1 gr) werde, bei *ganzer Füllung der Hülsen*, aus diesen 3 Hülsen (*Kropatschek; Lebel; Mannlicher*) geschossen, unter Benutzung des *normalen Hebler'schen Laufes* (Kaliber 7,50 mm; Zugtiefe 0,15 mm; 4 Züge; Drall 24 cm); $Q_1 = 47,174$.

Man hat dann, für α und β , zu nehmen: $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$.

Die *Querschnittsbelastung* beträgt dann, bei allen 3 Waffen, $= 0,297$ gr.

Man erhält, nach unsern Formeln:

Portugal. (Kropatschek.) $V_1 = 4563$; $Q' = Q = 46,583$.

Ladung 2,96 gr; $t = + 20^\circ$; $P = 3489$; $v_{25} = 740,2$. } *Stahlmantel,*
Ladung 2,96 gr; $t = - 6^\circ$; $P = 3390$; $v_{25} = 705,8$. } *gefettet.*

Frankreich. (Lebel.) $V_1 = 4360$; $Q' = Q = 46,583$.

Ladung 2,83 gr; $t = + 20^\circ$; $P = 3363$; $v_{25} = 722,5$. } *Stahlmantel,*
Ladung 2,83 gr; $t = - 6^\circ$; $P = 3268$; $v_{25} = 689,0$. } *gefettet.*

Oesterreich. (Mannlicher.) $V_1 = 3997$; $Q' = Q = 46,583$.

Ladung 2,59 gr; $t = + 20^\circ$; $P = 3136$; $v_{25} = 690,0$. } *Stahlmantel,*
Ladung 2,59 gr; $t = - 6^\circ$; $P = 3047$; $v_{25} = 658,0$. } *gefettet.*

13. Beispiel.

Wir werden nun *Gasdruck* und v_{25} berechnen, für die *neuere Heblerpatrone*, geschossen aus dem *bis auf die äusserste zulässige Toleranz erweiterten Hebler'schen Lauf* (Kaliber 7,80; Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 8,10; 4 Züge; Drall 24 cm). $Q_1 = 47,174$; $Q' = 46,583$; $Q = 50,271$.

Es ist ferner: $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$.

Man erhält, nach unsern Formeln:

Ladung 2,20 gr; $t = + 20^\circ$; $P = 2027$; $v_{25} = 651,7$. } *Stahlmantel,*
Ladung 2,20 gr; $t = - 6^\circ$; $P = 1969$; $v_{25} = 621,7$. } *gefettet.*

14. Beispiel.

Wir werden jetzt noch *Gasdruck* und v_{25} berechnen, für die *bisherige deutsche Ordonnanzmunition* (11 mm), geschossen aus dem 11 mm *Mauser-Repetirgewehr*. (Normaler Lauf.)

Kaliber 11,00; Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 11,30; 4 Züge; Drall 55 cm; $Q_1 = 95,033$; $Q' = Q = 97,660$; Geschossgewicht 25,0 gr; $V_1 = 5070$; Querschnittsbelastung $= 0,263$ gr.

Wir nehmen für α und β : $\alpha = 0,05534$; $\beta = 0,003824$. (Also die Coëfficienten für Kropatschek.)

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ladung } 3,29 \text{ gr; } t = + 20^{\circ}; \underline{P = 1483}; \underline{v_{25} = 558,1.} \\ \text{Ladung } 3,29 \text{ gr; } t = - 6^{\circ}; \underline{P = 1441}; \underline{v_{25} = 532,5.} \end{array} \right\}$$

Hier ist es jedoch sehr fraglich, ob das Pulver, bis das Geschoss die Mündung verlässt, vollständig verbrennen möge, bei so geringer Querschnittsbelastung, und so niedrigem Gasdruck? —

Hierauf näher einzutreten, — resp. diese allerdings sehr wichtige Frage genauer zu erörtern, und durch Aufstellung einer besondern empirischen Formel zu beantworten, — lohnt sich wohl nicht der Mühe, da ja das Blättchenpulver doch bald verschwinden wird. Wir begnügen uns deshalb damit, bevor wir zum Kornpulver übergehen, hier noch eine besondere Untersuchung folgen zu lassen, welche, für die *neuere Heblerpatrone*, und *Walsroderpulver*, die *Bestimmung des günstigsten Geschossgewichtes* bezweckt.

b) Bestimmung des günstigsten Geschossgewichtes, für die neuere Heblerpatrone, und Walsroderpulver.

Dasjenige Geschossgewicht ist das *günstigste*, für welches die *Gesamtleistungsfähigkeit*, oder, kurz gesagt, die „**Güte**“ (Seite 127 bis 138 in meinem Buche: „*Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr*“, I. und II. Theil*) des Gewehr- und Munitionssystems ein **Maximum** wird.

Wir müssen also, für *verschiedene Geschossgewichte* (z. B. 11; 12; 13; 14 gr) und unter Verwendung des *normalen Heblerlaufes*, sowie für *ganze Füllung der Hülse* (2,2 gr), die „**Güte**“ berechnen; indem man dann das Geschossgewicht als Abszisse, und die „Güte“ als Ordinate aufträgt, ergibt sich, aus der graphischen Darstellung, unmittelbar dasjenige Geschossgewicht, für welches die „Güte“ ein *Maximum* ist.

Das Geschoss ist hinten 7,8, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm dick, und die verschiedenen Gewichte desselben werden

*) Vorräthig bei: Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich.
Preis 5 Mark.

einfach durch die *verschiedenen Längen* erhalten, welche man dem Geschoss gibt.

1. Geschossgewicht = 11 gr.

Länge des Geschosses ca. 25,1 mm; Länge der Patrone = 70 mm; Patrone *gefettet*; $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$; Ladung = 2,2 gr. W. G. P.; $Q_1 = 47,174$; $V_1 = 3392$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber 7,50; Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 7,80; $Q' = Q = 46,583$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,98749$; $t = +20^\circ$.

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$P = 1938,1$; $v_{25} = 683,94$; daraus ergibt sich: $c = 718,14$ m (nach der Formel auf Seite 120 meines Buches „Das kleinste Kaliber etc.“).

Nach der Formel auf Seite 11 meines Buches berechnen wir nun den *Rückstoss* (für 4 kg Gewehrgewicht), und finden: $L = 1,2097$ mkg.

Um nun die „*Güte*“ berechnen zu können, müssen wir noch *einen Theil der Schusstafel* berechnen (für $c = 718,14$ und 11 gr Geschossgewicht), nämlich den *bestrichenen Raum*, für 1,8 m Zielhöhe, ferner die *Durchschlagskraft* gegen weiches Tannenholz, nach der von mir dafür aufgestellten Formel, und die *Abweichung des Geschosses, am Ziel*, bei Seitenwind von 5 m Geschwindigkeit, *Alles für die Distanz 800 Meter*.

Es ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $c = 718,14$; $G' = 0,011$; $q = 0,23398$; $e = 0,0589$; man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln (Seite 116—119 in meinem Buche):

Für 800 m Distanz: $v = 276,22$; $B = 58,634$; $D = 21,078$; $s = 1,3652$.

Es ist ferner: Gewicht der Patronenhülse = 8,5 gr.

Also Gewicht der gefetteten Patrone = $8,5 + 11,0 + 2,2 + 0,1 = G_4 = 21,8$ gr.

Gewicht des Gewehres = $G_1 = 4,0$ kg.

50prozentiger Streuungsradius, für 800 m Distanz = $r = 37$ cm.

Wir erhalten also, für die „Güte“ (x) Folgendes:

$$\begin{aligned} x &= 7374 \cdot \frac{1}{G_4} \cdot \sqrt{\frac{B}{r}} \cdot \sqrt[4]{\frac{D}{L \cdot G_1 \cdot s}} \\ &= 7374 \cdot \frac{1}{21,8} \cdot \sqrt{\frac{58,634}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{21,078}{1,2097 \cdot 4,0 \cdot 1,6352}} = \underline{\underline{569,10.}} \end{aligned}$$

2. Geschossgewicht = 12 gr.

Länge des Geschosses ca. 27,1 mm; Länge der Patrone = 72 mm; Patrone *gefettet*; $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$; Ladung = 2,2 gr W. G. P.; $Q_1 = 47,174$; $V_1 = 3392$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber 7,50; Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 7,80; $Q' = Q = 46,583$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,98749$; $t = +20^\circ$.

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$P = 2306,5; v_{25} = 657,70; \text{ hieraus folgt: } c = 686,53 \text{ m; } L = 1,2794 \text{ mkg.}$$

Es ist ferner: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $c = 686,53$; $G' = 0,012$; $q = 0,27163$; $e = 0,0593$.

Man erhält nun:

$$\text{Für } 800 \text{ m Distanz: } v = 285,83; B = 61,961; D = 24,621; s = 1,3251.$$

Es ist ferner: Gewicht der Patronenhülse = 8,5 gr.

$$\text{Also Gewicht der gefetteten Patrone} = 8,5 + 12,0 + 2,2 + 0,1 = \underline{\underline{22,8 \text{ gr} = G_4.}}$$

Gewicht des Gewehres = $G_1 = 4,0$ kg.

50 prozentiger Streuungsradius, für 800 m Distanz = $r = 37$ cm.

Wir erhalten daher, für die „Güte“ (x) Folgendes:

$$x = 7374 \cdot \frac{1}{22,8} \cdot \sqrt{\frac{61,961}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{24,621}{1,2794 \cdot 4,0 \cdot 1,3251}} = \underline{\underline{577,72.}}$$

3. Geschossgewicht = 13 gr.

Länge des Geschosses ca. 29,2 mm; Länge der Patrone 74 mm; Patrone *gefettet*; $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$; Ladung = 2,2 gr W. G. P.; $Q_1 = 47,174$; $V_1 = 3392$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber 7,50;

Zugtiefe 0,15; Lauf in den Zügen 7,80; $Q' = Q = 46,583$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$;

$$\frac{Q}{Q_1} = 0,98749; t = + 20^\circ.$$

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$P = 2706,9; v_{25} = 634,88; \text{ hieraus folgt: } c = 659,52 \text{ m;} \\ L = 1,3512 \text{ mkg.}$$

Es ist ferner: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$;
 $c = 659,52$; $G' = 0,013$; $q = 0,29426$; $e = 0,0595$; man erhält nun:

$$\text{Für } 800 \text{ m Distanz: } v = 294,02; B = 64,998; D = 28,223; \\ s = 1,3005.$$

Es ist ferner: Gewicht der Patronenhülse = 8,5 gr.

$$\text{Also Gewicht der gefetteten Patrone} = 8,5 + 13,0 + 2,2 + 0,1 \\ = 23,8 \text{ gr} = G_4.$$

$$\text{Gewicht des Gewehres} = G_1 = 4,0 \text{ kg.}$$

$$\text{50prozentiger Streuungsradius, für } 800 \text{ m Distanz} = r = 37 \text{ cm.}$$

Wir erhalten also, für die „Güte“ (x) Folgendes:

$$x = 7374 \cdot \frac{1}{23,8} \cdot \sqrt{\frac{64,998}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{28,223}{1,3512 \cdot 4,0 \cdot 1,3005}} = \underline{\underline{581,30.}}$$

4. Geschossgewicht = 14 gr.

Länge des Geschosses ca. 31,3 mm; Länge der Patrone 76 mm;
 Patrone *gefettet*; $\alpha = 0,05776$; $\beta = 0,003953$; Ladung = 2,2 gr W. G. P.;
 $Q_1 = 47,174$; $V_1 = 3392$; $N = 4$; $D = 24$; Kaliber 7,50; Zugtiefe 0,15;

Lauf in den Zügen 7,80; $Q' = Q = 46,583$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$;

$$\frac{Q}{Q_1} = 0,98749; t = + 20^\circ.$$

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$P = 3139,4; v_{25} = 614,87; \text{ hieraus folgt: } c = 636,27 \text{ m;} \\ L = 1,4257 \text{ mkg.}$$

Es ist ferner: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$;
 $c = 636,27$; $G' = 0,014$; $q = 0,31690$; $e = 0,0596$; man erhält nun:

$$\text{Für } 800 \text{ m Distanz: } v = 301,04; B = 67,650; D = 31,863; \\ s = 1,2857.$$

Es ist ferner: Gewicht der Patronenhülse = 8,5 gr.

Also Gewicht der gefetteten Patrone = $8,5 + 14,0 + 2,2 + 0,1 =$
 $= 24,8 \text{ gr} = G_4$.

Gewicht des Gewehres = $G_1 = 4,0 \text{ kg}$.

50prozentiger Streuungsradius, für 800 m Distanz = $r = 37 \text{ cm}$.

Wir erhalten also, für die „Güte“ (x) Folgendes:

$$\underline{x} = 7374 \cdot \frac{1}{24,8} \cdot \sqrt{\frac{67,650}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{31,863}{1,4257 \cdot 4,0 \cdot 1,2857}} = \underline{\underline{580,51.}}$$

Wenn man nun das *Geschossgewicht als Abszisse*, und die „Güte“ als *Ordinate* aufträgt, so ergibt sich, aus der graphischen Darstellung, dass die „Güte“ ein **Maximum** wird, für **13,24 gr. Geschossgewicht**.

Man muss aber bedenken, dass das Pulver, bei 13,1 gr Geschossgewicht, gerade noch vollständig verbrennen mag, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt; bei 12 und 11 gr Geschossgewicht möchte es aber nicht mehr vollständig verbrennen, und man müsste daher, um in jedem Fall eine vollständige Verbrennung zu erzielen, um so dünnere Pulverblättchen anwenden, je leichter das Geschoss ist. Dann würde aber, bei 12 und 11 gr, der Gasdruck höher, als die Rechnung angibt; v_{25} und c würden deshalb, in Folge höherer Verbrennungstemperatur, und daheriger günstigerer Verbrennung, etwas höher ausfallen, als unsre Rechnung angibt. Bei 14 gr würde c hingegen etwas kleiner, als nach der Rechnung. Die „Güte“ würde dann, bei 12 und 11 gr, etwas grösser, bei 14 gr jedoch etwas kleiner, als wir gefunden haben, was zur Folge hätte, dass die „Güte“ nicht mehr bei 13,24 gr, sondern bei etwas niedrigerem Geschossgewicht, ein Maximum würde. Das günstigste Geschossgewicht würde, wie sich bei einer spätern Untersuchung zeigen wird, zwischen 13 und 12 gr fallen, und zwar etwas näher zu 12 gr. Immerhin wäre die „Güte“, bei unserem normalen Geschossgewicht, also bei 13,1 gr, nur ganz wenig kleiner, als das Maximum, und es hätte deshalb gar keinen Zweck, das Geschoss leichter zu machen, als 13,1 gr. Bei 13,1 gr haben wir zudem den Vortheil einer etwas grössern Rasan- und Durchschlagskraft, auf den mittlern und grossen Distanzen,

und die „Güte“ ist dabei doch nur *ganz unbedeutend kleiner*, als beim allergünstigsten Geschossgewicht. **Wir bleiben daher bei 13,1 gr.** Bei 14 gr ist die „Güte“ dann schon ziemlich bedeutend kleiner, und 14 gr ist daher ein zu grosses Geschossgewicht, für das 7,5 mm Kaliber.

2. Kornpulver.

a) Empirische Formeln, zur Berechnung des Gasdruckes und der Anfangsgeschwindigkeit.

(Für Kornpulver.)

Ebenso umfassende Versuche, wie mit Blättchenpulver, wurden auch mit *Kornpulver* angestellt; durch das eingehende Studium aller dieser Versuchsergebnisse gelangte ich zur richtigen Würdigung der dabei mitwirkenden Faktoren, und zur Aufstellung der folgenden *empirischen Formeln*, für *Kornpulver*:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \alpha \cdot \frac{900 + t}{\sqrt{(d + 0,01)(Q + 0,7)}} \cdot \frac{G_2 + 0,2}{G_2 + 20} \cdot \left(\frac{G_2}{V_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2 \\ v_{25} = \beta \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t)(40000 + P)} \end{array} \right\}$$

Empirische Formeln, zur Berechnung von P und v₂₅, für Kornpulver.

(Die Anzahl der Züge und die Drall-Länge habe ich in diesen Formeln weggelassen, weil diese Grössen auf das Resultat doch nur einen ganz unbedeutenden Einfluss ausüben, und daher füglich vernachlässigt werden dürfen.)

Diese Formeln gelten, wie diejenigen für Blättchenpulver, *ganz allgemein*, und *unter allen Umständen*, für jedes beliebige Kornpulver, für jedes beliebige Mantelgeschoss, u. s. f.

α und β sind Coëfficienten, die von der *Pulversorte*, vom *Sistem der Waffe* und ihrer *Munition*, resp. von der *Konstruktion des Uebergangsconus*, ferner vom *Material des Geschossmantels*, und von der *Fettung* (ob gefettet oder ungefettet) abhängen, und welche nur durch *Versuche* bestimmt werden können. So ist z. B.:

Beim **Heblergewehr** (*Stahlmantel*), für *ungefettete Munition* und für *S-Pulver*:

$\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$. (Für die andern Gewehr- und Munitionssysteme auch annähernd richtig).

Die Formel für v_{25} gilt nur in dem Fall, wenn *vollständige Verbrennung* des Pulvers stattfindet, also nur dann, wenn das Pulver vollständig verbrennen mag, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt.

Es bedeutet, in diesen Formeln:

P Maximaler Gasdruck, in Atmosphären.

v_{25} . . . Geschossgeschwindigkeit, auf 25 Meter von der Mündung, in Metern.

• d Korndurchmesser, in Millimetern.

G_2 . . . Gewicht der Pulverladung, in Grammen.

V_1 Volumen der Hülse, bis zum Geschoss, resp. bis zur hintersten Scheibe, in Kubikcentimetern (Raum, den das Pulver einnimmt, sammt den Zwischenräumen).

Q Laufquerschnitt, in Quadratmillimetern.

Q_1 . . . Mittlerer Geschossquerschnitt, in Quadratmillimetern. (Arithmetisches Mittel aus dem Querschnitt zu hinterst, und demjenigen, wo die Geschoss-Spitze beginnt.)

G' . . . Geschossgewicht, in Grammen.

t Temperatur der Luft, während des Versuchs, in Celsius-Graden.
(Am Schatten gemessen.)

b) Empirische Formel, zur Berechnung des Korndurchmessers, für vollständige Verbrennung.

(Für Kornpulver.)

Es ist von der grössten Wichtigkeit, eine empirische Formel, für Kornpulver, aufzustellen, zur Berechnung desjenigen Korndurchmessers (d), bei welchem gerade noch eine vollständige Verbrennung stattfindet, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt. Es ergibt sich folgende Formel:

$d = \gamma \cdot \frac{S \cdot \sqrt{P}}{v_{25}}$ Empirische Formel, zur Berechnung des Korndurchmessers d , bei welchem das Pulver gerade

vollständig verbrennen mag, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt.

Es bedeutet:

d Korndurchmesser, in Millimetern, bei welchem gerade noch eine vollständige Verbrennung des Pulvers stattfindet, bevor das Geschoss die Laufmündung verlässt.

γ Ein Coëfficient, der von der Pulversorte abhängt.

Für S-Pulver ist z. B.: $\gamma = 6,7$.

S Weg, in Metern, den das Geschoss zurücklegt, bis es den Lauf verlässt.

Beim Schulhofgewehr ist: $S = 0,672$ m, und bei den übrigen Gewehren kann man den nämlichen Werth annehmen.

Dieser Werth, für S , ist zwar, irrthümlicher Weise, um einige Centimeter zu klein angenommen; dies übt jedoch auf die Resultate, die wir bei unsern Untersuchungen finden werden, so gut wie gar keinen Einfluss aus, und wir können somit diesen Werth von S beibehalten.

P Maximaler Gasdruck, in Atmosphären.

v_{25} . . . Geschossgeschwindigkeit, in Metern, auf 25 Meter von der Mündung.

c) Ableitung von Formeln, welche die Bedingung vollständiger Verbrennung in sich tragen, und Anwendung derselben, zur Lösung verschiedenartiger Aufgaben.

Die Formel für d , welche die Bedingung vollständiger Verbrennung in sich trägt, verbinden wir nun mit unsern beiden andern Formeln (indem wir aus diesen 3 Gleichungen irgend 3 als unbekannt vorausgesetzte Grössen berechnen), und erhalten auf diese Weise *Formeln*, welche die Bedingung vollständiger Verbrennung in sich tragen, und mittelst welcher wir jede beliebige Aufgabe zu lösen im Stande sind, welche sich aufstellen lässt.

I. *Unbekannt* seien die 3 Grössen: G_2 ; d ; v_{25} ; die übrigen Grössen betrachten wir als gegeben.

Unsere 3 Formeln heissen:

$$\left\{ \begin{aligned} P &= \alpha \cdot \frac{900 + t}{\sqrt{(d + 0,01)(Q + 0,7)}} \cdot \frac{G_2 + 0,2}{G_2 + 20} \cdot \left(\frac{G_2}{V_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2 \\ v_{25} &= \beta \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t) \cdot (40000 + P)} \\ d &= \gamma \cdot \frac{S \cdot \sqrt{P}}{v_{25}} \end{aligned} \right.$$

Dies sind 3 Gleichungen mit 3 Unbekannten (G_2 , v_{25} , d), und diese lassen sich also daraus berechnen.

Setzt man, zur Abkürzung:

$$\left\{ \begin{aligned} \gamma \cdot S \cdot \sqrt{P} &= A. \\ \beta \cdot \sqrt{\frac{1}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t) \cdot (40000 + P)} &= B \\ \frac{\alpha \cdot (900 + t) \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2}{P \cdot \sqrt{Q + 0,7} \cdot V_1^3} &= C, \end{aligned} \right.$$

so erhält man, durch Verbindung unserer 3 Gleichungen, folgende Formeln, für G_2 , d , und v_{25} :

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{G_2 + 20}{(G_2 + 0,2) \cdot G_2^3} \cdot \sqrt{\frac{A}{B \cdot \sqrt{G_2}} + 0,01} &= C. \dots \text{Hieraus berechnet man } \underline{G_2} \text{ durch Probiren.} \\ d &= \frac{A}{B \cdot \sqrt{G_2}} \\ v_{25} &= B \cdot \sqrt{G_2} \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} &\text{Aus diesen Formeln ergibt sich } \underline{d} \text{ und } \underline{v_{25}}, \text{ indem} \\ &\text{man für } G_2 \text{ den gefundenen Werth einsetzt.} \end{aligned} \right.$$

1. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung der *neusten Heblerpatrone*, des *normalen Heblerlaufes*, und des *S-Pulvers*, die zu verwendende **Korngrösse**, und die anzuwendende **Ladung**, wenn der *maximale Gasdruck* 2600 Atmosphären betragen, und das Pulver gerade vollständig verbrannt sein soll, wenn das Geschoss die Laufmündung verlässt? Patrone ungefettet. Wie gross ist ferner die dabei sich ergebende Anfangsgeschwindigkeit v_{25} ? Gegeben ist: $P = 2600$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$; $t = 20$; $Q = 46,583$; $V_1 = 3,25$; $Q_1 = 47,174$; $G' = 13,1$; $S = 0,672$; $\frac{Q}{Q_1} = 0,98749$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$.

Zuerst berechnet man die abkürzenden Bezeichnungen A , B , C , nach den Formeln:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \gamma \cdot S \cdot \sqrt{P} \\ B = \beta \cdot \sqrt{\frac{1}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t) \cdot (40000 + P)} \\ C = \frac{\alpha \cdot (900 + t) \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2}{P \cdot \sqrt{Q} + 0,7 \cdot V_1^3} \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Man} \\ \text{erhält:} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} A = 229,58. \\ B = 341,44. \\ C = 0,21884. \end{array} \right.$$

Nun berechnet man G_2 , durch **Probiren**, aus der Gleichung:

$$\frac{G_2 + 20}{(G_2 + 0,2) \cdot G_2^3} \cdot \sqrt{\frac{A}{B \cdot \sqrt{G_2}}} + 0,01 = C. \quad \text{Man findet: } \underline{G_2 = 2,81 \text{ gr.}}$$

Nun berechnet man $\underline{d}$ und $\underline{v_{25}}$, aus den Gleichungen:

$$\underline{d = \frac{A}{B \cdot \sqrt{G_2}}} \quad \text{und} \quad \underline{v_{25} = B \cdot \sqrt{G_2}}, \quad \text{indem man für } G_2 \text{ den gefundenen Werth einsetzt.}$$

$$\text{Man erhält: } \underline{d = 0,40111 \text{ mm}} \quad \text{und} \quad \underline{v_{25} = 572,36 \text{ m.}}$$

2. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung des *Mannlichergewehres*, und des *S-Pulvers*, die zu verwendende **Korngrösse**, und die anzuwendende **Ladung**, bei 14 gr Geschossgewicht, wenn der maximale Gasdruck 2200 Atmosphären betragen, und das Pulver gerade vollständig verbrannt sein soll, wenn das Geschoss die Laufmündung verlässt? Patrone ungefettet.

Wie gross ist ferner die dabei sich ergebende Anfangsgeschwindigkeit v_{25} ? Es ist: $P = 2200$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$; $t = 20$; $Q = 53,738$; $V_1 = 3,997$; $Q_1 = 51,538$; $G' = 14,0$; $S = 0,672$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0427$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,95907$. Man erhält:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 211,18. \\ B = 337,79. \\ C = 0,099747. \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Ferner erhält man, nach} \\ \text{unsern Formeln:} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} G_2 = 3,383 \text{ gr} \\ d = 0,33990 \text{ mm} \\ v_{25} = 621,30 \text{ m} \end{array} \right.$$

3. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung des *Mannlichergewehres*, und des *S-Pulvers*, die zu verwendende **Korngrösse**, und die anzuwendende

Ladung, bei 15,8 gr Geschossgewicht, wenn der maximale Gasdruck 2200 Atmosphären betragen, und das Pulver gerade vollständig verbrannt sein soll, wenn das Geschoss die Laufmündung verlässt?

Patrone ungefettet. Wie gross ist ferner die dabei sich ergebende Anfangsgeschwindigkeit v_{25} ? Gegeben ist also:

$$P = 2200; \quad \alpha = 1800; \quad \beta = 0,352; \quad \gamma = 6,7; \quad t = 20; \quad Q = 53,738;$$

$$V_1 = 3,997; \quad Q_1 = 51,538; \quad G' = 15,8; \quad S = 0,672; \quad \frac{Q}{Q_1} = 1,0427;$$

$$\frac{Q_1}{Q} = 0,95907.$$

Man erhält nun:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 211,18 \\ B = 317,97 \\ C = 0,12705 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Man erhält ferner, nach unsern} \\ \text{Formeln:} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} G_2 = 3,21 \text{ gr} \\ d = 0,37069 \text{ mm} \\ v_{25} = 569,69 \text{ m} \end{array} \right\}$$

4. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung des *Lebelgewehres*, und des *S-Pulvers*, die zu verwendende **Korngrösse**, und die anzuwendende **Ladung**, bei 15,0 gr Geschossgewicht, wenn der maximale Gasdruck 1800 Atmosphären betragen, und das Pulver gerade vollständig verbrannt sein soll, wenn das Geschoss die Laufmündung verlässt?

Patrone ungefettet. Wie gross ist ferner die dabei sich ergebende Anfangsgeschwindigkeit v_{25} ? Gegeben ist also:

$$P = 1800; \quad \alpha = 1800; \quad \beta = 0,352; \quad \gamma = 6,7; \quad t = 20; \quad Q = 52,845;$$

$$V_1 = 4,200; \quad Q_1 = 51,538; \quad G' = 15,0; \quad S = 0,672; \quad \frac{Q}{Q_1} = 1,0253;$$

$$\frac{Q_1}{Q} = 0,97528. \quad \text{Man erhält nun:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A = 191,02 \\ B = 322,07 \\ C = 0,13005 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Wir erhalten nun, nach unsern} \\ \text{Formeln:} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} G_2 = 3,15 \text{ gr.} \\ d = 0,33417 \text{ mm.} \\ v_{25} = 571,62 \text{ m.} \end{array} \right\}$$

Die Hülsen fassen, bei *ganzer Füllung* mit *S-Pulver*:

Heblerhülse = 2,9 gr S-Pulver.

Mannlicherhülse = 3,567 gr S-Pulver.

Lebelhülse = 3,748 gr S-Pulver.

Wir werden nun, mit Hülfe unserer Formeln, eine andere Aufgabe lösen, indem wir nämlich *die Ladung als gegeben betrachten*, resp. als speziellen Fall hievon, *ganze Füllung* der Hülse annehmen, und dann fragen: Welches ist die zu verwendende **Korngrösse**, damit das Pulver gerade vollständig verbrennen mag, bis das Geschoss die Mündung verlässt, und wie gross ist dabei v_{25} und **Gasdruck**?

2. *Unbekannt* seien die 3 Grössen: d ; P ; v_{25} .

Die übrigen Grössen betrachten wir als gegeben.

Unsre 3 Formeln heissen:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \alpha \cdot \frac{900 + t}{\sqrt{(d + 0,01) \cdot (Q + 0,7)}} \cdot \frac{G_2 + 0,2}{G_2 + 20} \cdot \left(\frac{G_2}{V_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2 \\ v_{25} = \beta \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'}} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t) (40000 + P) \\ d = \gamma \cdot \frac{S \cdot \sqrt{P}}{v_{25}} \end{array} \right.$$

Dies sind 3 Gleichungen mit 3 Unbekannten (d , P , v_{25}), und diese lassen sich also daraus berechnen.

Wir erhalten, für d , P , und v_{25} folgende Formeln:

$$\left\{ \begin{array}{l} \underline{\underline{d^2 (40000 \cdot \sqrt{d + 0,01} + A_1) = A_1 B_1}} \quad \dots \text{Hieraus berechnet man } \underline{d} \text{ durch } \underline{\text{Probiren.}} \\ \underline{\underline{P = \frac{A_1}{\sqrt{d + 0,01}}}} \\ \underline{\underline{v_{25} = \gamma \cdot \frac{S \cdot \sqrt{P}}{d}}} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{Aus diesen Formeln ergibt sich } \underline{P} \text{ und } \underline{v_{25}}, \text{ indem} \\ \text{man für } d \text{ den gefundenen Werth einsetzt.} \end{array} \right.$$

Es bedeutet in diesen Formeln:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = \alpha \cdot \frac{900 + t}{\sqrt{Q + 0,7}} \cdot \frac{G_2 + 0,2}{G_2 + 20} \cdot \left(\frac{G_2}{V_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \cdot \left(\frac{G'}{Q}\right)^2 \\ B_1 = \frac{\gamma^2 \cdot S^2}{\beta^2 \cdot \frac{G_2}{G'} \cdot \frac{Q}{Q_1} \cdot (273 + t)} \end{array} \right.$$

1. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung der *neusten Heblerpatrone*, des *normalen Heblerlaufes*, und des *S-Pulvers*, bei *ganzer Füllung* der

Hülse (2,9 gr), die zu verwendende **Korngrösse**, damit das *Pulver* gerade vollständig verbrannt sei, wenn das Geschoss die Laufmündung verlässt, und welches ist die dabei erreichte **Anfangsgeschwindigkeit**, und der **maximale Gasdruck**? *Patrone ungefettet*.

Gegeben ist: $G_2 = 2,9$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$; $t = 20$;
 $Q = 46,583$; $V_1 = 3,25$; $Q_1 = 47,174$; $G' = 13,1$; $S = 0,672$;
 $\frac{Q}{Q_1} = 0,98749$; $\frac{Q_1}{Q} = 1,0127$.

Zuerst berechnet man die Hilfsgrössen A_1 und B_1 .

Man erhält: $\left\{ \begin{array}{l} A_1 = 1878,5 \\ B_1 = 2,5543 \end{array} \right\}$

Nun bestimmt man d , durch **Probiren**, und findet:

$d = 0,414$ mm.

Ferner erhält man: $\left\{ \begin{array}{l} P = 2885 \text{ Atm.} \\ v_{25} = 584,15 \text{ m.} \end{array} \right\}$

2. Beispiel.

Welches ist, bei Verwendung des *Mannlichergewehres*, und des *S-Pulvers*, und 14,0 gr Geschossgewicht, bei ganzer Füllung der *Hülse* (3,567 gr), die zu verwendende **Korngrösse**, so dass das Pulver gerade vollständig verbrennen mag, bis das Geschoss die Laufmündung verlässt, und welches ist die dabei erreichte **Anfangsgeschwindigkeit**, und der **maximale Gasdruck**? *Patrone ungefettet*.

Gegeben ist: $G_2 = 3,567$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$;
 $t = 20$; $Q = 53,738$; $V_1 = 3,997$; $Q_1 = 51,538$; $G' = 14,0$;
 $S = 0,672$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0427$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,95907$. Man erhält:

$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = 1591,9 \\ B_1 = 2,1018 \end{array} \right\}$ Ferner ergibt sich: $\left\{ \begin{array}{l} d = 0,36 \text{ mm.} \\ P = 2617 \text{ Atm.} \\ v_{25} = 640 \text{ m.} \end{array} \right\}$

3. Beispiel.

Welches ist, bei Benutzung des *Mannlichergewehres*, und des *S-Pulvers*, und 15,8 gr. Geschossgewicht, bei ganzer Füllung der *Hülse*, also bei 3,567 gr, die zu verwendende **Korngrösse**, so dass das Pulver

gerade vollständig verbrennen mag, bis das Geschoss die Laufmündung verlässt, und welches ist die dabei erreichte **Anfangsgeschwindigkeit**, und der **maximale Gasdruck**? *Patrone ungefettet.*

Gegeben ist: $G_2 = 3,567$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$; $t = 20$; $Q = 53,738$; $V_1 = 3,997$; $Q_1 = 51,538$; $G' = 15,8$; $S = 0,672$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0427$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,95907$. Man findet:

$A_1 = 2027,5$; $B_1 = 2,3721$. Ferner erhält man:

$d = 0,414$ mm; $P = 3114$ Atm.; $v_{25} = 607$ m.

4. Beispiel.

Welches ist, bei Benutzung des *Lebelgewehres*, und des *S-Pulvers*, und *15,0 gr Geschossgewicht*, bei *ganzer Füllung der Hülse*, also bei *3,748 gr*, die zu verwendende **Korngrösse**, so dass das Pulver gerade vollständig verbrennen mag, bis das Geschoss die Laufmündung verlässt, und welches ist die dabei erreichte **Anfangsgeschwindigkeit**, und der **maximale Gasdruck**? *Patrone ungefettet.*

Es ist: $G_2 = 3,748$; $\alpha = 1800$; $\beta = 0,352$; $\gamma = 6,7$; $t = 20$; $Q = 52,845$; $V_1 = 4,200$; $Q_1 = 51,538$; $G' = 15,0$; $S = 0,672$; $\frac{Q}{Q_1} = 1,0253$; $\frac{Q_1}{Q} = 0,97528$.

Man erhält: $A_1 = 2049,0$; $B_1 = 2,1796$.

Ferner findet man: $d = 0,402$ mm; $P = 3192$ Atm.; $v_{25} = 633$ m.

d) Bestimmung des günstigsten Hülsenvolumens, für die Heblerpatrone.

Wir werden nun die Leistungen der *Heblerpatrone* untersuchen, bei gleichbleibender Länge (74 mm), jedoch verschiedener Dicke derselben (verschiedenes Volumen der Hülse), bei Verwendung des *S-Pulvers*, des *normalen Heblergeschosses* (13,1 gr), und des *normalen Heblerlaufes*. Der *Gasdruck* ist jedesmal gegeben; derselbe ist abhängig vom Durchmesser der Patronenhülse, und dieser muss ja jedesmal gegeben sein. *Patrone stets ungefettet.*

Gesucht ist **Ladung** und **Korngrösse**, unter Voraussetzung vollständiger Verbrennung des Pulvers, wenn das Geschoss die Mündung verlässt.

Ferner ist auch die **Anfangsgeschwindigkeit** gesucht. Es ist also gegeben:

$$\alpha = 1800; \beta = 0,352; \gamma = 6,7; t = 20; Q = 46,583; \\ Q_1 = 47,174; G' = 13,1; S = 0,672; \frac{Q}{Q_1} = 0,98749; \frac{Q_1}{Q} = 1,0127.$$

Wir erhalten nun:

$$1. \text{ Durchmesser der Patrone} = 11,4; \text{ erlaubter Gasdruck} = 2600; \\ V_1 = 3,25.$$

$$\text{Man erhält: } A = 229,58; B = 341,44; C = 0,21884.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 2,81; d = 0,40111; v_{25} = 572,36.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,3 \text{ gr; } \underline{\text{Gewicht der Patrone} =} \\ = 9,3 + 2,81 + 13,1 = \underline{25,2 \text{ gr.}}$$

$$\underline{\text{Auf 3,44 kg gehen 137 solche Heblerpatronen.}}$$

$$2. \text{ Durchmesser der Patrone} = 12,0; \text{ erlaubter Gasdruck} = 2400; \\ V_1 = 3,64.$$

$$\text{Man erhält: } A = 220,57; B = 340,64; C = 0,16874.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 2,98; d = 0,37509; v_{25} = 588,05.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,9 \text{ gr; } \underline{\text{Gewicht der Patrone} =} \\ = 9,9 + 2,98 + 13,1 = \underline{26,0 \text{ gr.}}$$

$$\underline{\text{Auf 3,44 kg gehen 132 solche Heblerpatronen.}}$$

$$3. \text{ Durchmesser der Patrone} = 12,6; \text{ erlaubter Gasdruck} = 2200; \\ V_1 = 4,05.$$

$$\text{Wir erhalten: } A = 211,18; B = 339,84; C = 0,13364.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 3,14; d = 0,35068; v_{25} = 602,20.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 10,6 \text{ gr; } \underline{\text{Gewicht der Patrone} =} \\ = 10,6 + 3,14 + 13,1 = \underline{26,8 \text{ gr.}}$$

$$\underline{\text{Auf 3,44 kg gehen 128 solche Heblerpatronen.}}$$

4. Durchmesser der Patrone = 13,2; erlaubter Gasdruck = 2000;
 $V_1 = 4,48$.

Wir finden: $A = 201,35$; $B = 339,03$; $C = 0,10861$.

Ferner: $G_2 = 3,29$; $d = 0,32743$; $v_{25} = 614,95$,

Gewicht der Patronenhülse = 11,3 gr; Gewicht der Patrone =
 $= 11,3 + 3,29 + 13,1 = 27,7$ gr.

Auf 3,44 kg gehen 124 solche Heblerpatronen.

5. Durchmesser der Patrone = 13,8; erlaubter Gasdruck = 1800;
 $V_1 = 4,94$.

Wir erhalten: $A = 191,02$; $B = 338,22$; $C = 0,090008$.

Ferner: $G_2 = 3,43$; $d = 0,30496$; $v_{25} = 626,38$.

Gewicht der Patronenhülse = 12,1; Gewicht der Patrone =
 $= 12,1 + 3,43 + 13,1 = 28,6$ gr.

Auf 3,44 kg gehen 120 solche Heblerpatronen.

Wir werden nun, für jeden dieser 5 Fälle, die „Güte“ des Gewehr- und Munitionssystems berechnen, um zu erfahren, ob, mit Vergrößerung der Patrone, die „Güte“ zu- oder abnimmt.

1. Durchmesser der Patrone = 11,4; Länge der Patrone = 74; Gasdruck = 2600; Volumen der Hülse = 3,25; Ladung = 2,81; Korndurchmesser = 0,401; $v_{25} = 572,36$; hieraus erhalten wir, nach unsrer Formel, zur Berechnung von c , aus v_{25} : $c = 592,16$. Es ist ferner: Gewicht der Patrone = $G_4 = 25,2$ gr; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg = G_1 . Radius des 50prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz = 37 cm = r .

Wir finden ferner, nach der Formel auf Seite 11 meines Buches: Rückstoss = $L = 1,0894$ mkg. Um nun die „Güte“ berechnen zu können, müssen wir noch einen Theil der Schusstafel berechnen (für $c = 592,16$ und 13,1 gr. Geschossgewicht), nämlich den *bestrichenen Raum*, für 1,8 m Zielhöhe, ferner die *Durchschlagskraft* gegen weiches Tannenholz, nach der von mir dafür aufgestellten Formel, und die *Abweichung des Geschosses, am Ziel*, bei Seitenwind von 5 m Geschwindigkeit, Alles für die Distanz 800 Meter.

Es ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $c = 592,16$; $e = 0,0595$; man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln (Seite 116—119 in meinem Buche):

Für 800 Meter Distanz: $v = 280,96$; $B = 60,076$; $D = 25,969$; $s = 1,4812$.

Nun können wir, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches, die „Güte“ (x) berechnen; wir erhalten:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{G_4} \cdot \sqrt{\frac{B}{r}} \cdot \sqrt[4]{\frac{D}{L \cdot G_1 \cdot s}} \\ &= 7374 \cdot \frac{1}{25,2} \cdot \sqrt{\frac{60,076}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{25,969}{1,0894 \cdot 4,0 \cdot 1,4812}} \\ &= \underline{\underline{528,08}} \dots \dots \text{„Güte“ des Systems.} \end{aligned}$$

2. Durchmesser der Patrone = 12,0; Länge = 74; Gasdruck = 2400; Volumen der Hülse = 3,64; Ladung = 2,98; Korndurchmesser = 0,375; $v_{25} = 588,05$; hieraus erhalten wir: $c = 608,96$. Es ist ferner: Gewicht der Patrone = $G_4 = 26,0$; Gewicht des Gewehres = $G_1 = 4,0$ kg.

Radius des 50prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz = $r = 37$ cm.

Wir finden ferner: Rückstoss = $L = 1,1482$ mkg. Ferner ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $c = 608,96$; $e = 0,0595$.

Man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln:

Für 800 m Distanz: $v = 284,67$; $B = 61,427$; $D = 26,660$; $s = 1,4291$.

Nun berechnen wir die „Güte“, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches; wir erhalten: $\underline{\underline{x = 518,79}} \dots \dots \text{„Güte“ des Systems.}$

3. Durchmesser der Patrone = 12,6; Länge = 74; Gasdruck = 2200; Volumen der Hülse = 4,05; Ladung = 3,14; Korndurch-

messer = 0,351; $v_{25} = 602,20$; hieraus folgt: $c = 624,17$. Es ist ferner: *Gewicht der Patrone* = $G_4 = 26,8$; *Gewicht des Gewehres* = $G_1 = 4,0$ kg.

Radius des 50prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz = $r = 37$ cm.

Wir finden ferner: *Rückstoss* = $L = 1,2022$ mkg. Ferner ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $c = 624,17$; $e = 0,0595$.

Man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln:

Für 800 m Distanz: $v = 287,97$; $B = 62,630$; $D = 27,282$; $s = 1,3850$.

Nun berechnen wir die „Güte“, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches, und erhalten: $x = 509,28$ „Güte“ des Systems.

4. *Durchmesser der Patrone* = 13,2; *Länge* = 74; *Gasdruck* = 2000; *Volumen der Hülse* = 4,48; *Ladung* = 3,29; *Korndurchmesser* = 0,327; $v_{25} = 614,95$; hieraus folgt: $c = 637,88$. Es ist ferner: *Gewicht der Patrone* = $G_4 = 27,7$; *Gewicht des Gewehres* = $G_1 = 4,0$ kg.

Radius des 50prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz = $r = 37$ cm.

Wir finden ferner: *Rückstoss* = $L = 1,2512$ mkg. Ferner ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $c = 637,88$; $e = 0,0595$.

Man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln:

Für 800 m Distanz: $v = 290,83$; $B = 63,749$; $D = 27,827$; $s = 1,3478$.

Nun berechnen wir die „Güte“ nach der Formel auf Seite 137 meines Buches und erhalten: $x = 497,99$ „Güte“ des Systems.

5. *Durchmesser der Patrone* = 13,8; *Länge* = 74; *Gasdruck* = 1800; *Volumen der Hülse* = 4,94; *Ladung* = 3,43; *Korndurch-*

messer $= 0,305$; $v_{25} = 626,38$; hieraus folgt: $c = 650,16$. Es ist ferner: *Gewicht der Patrone* $= G_4 = 28,6$; *Gewicht des Gewehres* $= 4,0 \text{ kg} = G_1$.

Radius des 50prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz $= r = 37 \text{ cm}$.

Wir finden ferner: *Rückstoss* $= L = 1,2951 \text{ mkg}$.

Ferner ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0131$; $g = 9,81$; $c = 650,16$; $e = 0,0595$. Man erhält nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln:

Für 800 m. Distanz: $v = 293,37$; $B = 64,726$; $D = 28,315$; $s = 1,3161$.

Nun berechnen wir die „Güte“, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches, und erhalten: $x = 486,81$ „Güte“ des Systems.

Aus dieser Untersuchung folgt, dass, durch Vergrößerung der Patrone, nichts gewonnen wird, sondern dass dadurch sogar die „Güte“ des Systems abnimmt.

Um die „Güte“ zu vergrößern, müsste man also die Patrone noch dünner machen; dies geht aber nicht an, weil dann c zu klein würde, und man doch immerhin eine gewisse Grösse von c verlangt.

Auch würde, wenn die Patrone zu dünn wird, der Anhalt, den der Hülsenconus gegen vorn bietet, zu gering, was auch nicht sein darf.

Man wird also am besten thun, die „normale“ Heblerpatrone beizubehalten (11,4 mm dick).

e) Bestimmung des günstigsten Geschossgewichtes, für die Heblerpatrone.

Wir werden nun die Leistungen der normalen Heblerpatrone untersuchen, bei gleichbleibender Dicke derselben (11,4 mm), resp. bei gleichbleibendem Volumen der Hülse (3,250 cbcm), bei Verwendung des S-Pulvers, des normalen Heblerlaufes, jedoch für verschiedene Geschossgewichte, resp. für verschiedene Geschosslängen. Das Geschoss ist hinten stets 7,8, und vorn, wo die Geschoss-Spitze beginnt, 7,7 mm

dick. Der Gasdruck ist stets gegeben; er beträgt 2600 Atmosphären. Patrone ungefettet. Gesucht ist jedesmal: **Ladung, Korndurchmesser,** und v_{25} , so dass das Pulver gerade vollständig verbrennen mag, bis das Geschoss die Laufmündung verlässt. Gegeben ist also: Gasdruck $= P = 2600$.

$$V_1 = 3,25; \alpha = 1800; \beta = 0,352; \gamma = 6,7; t = 20;$$

$$Q = 46,583; Q_1 = 47,174; S = 0,672; \frac{Q}{Q_1} = 0,98749; \frac{Q_1}{Q} = 1,0127.$$

Wir erhalten nun:

$$1. G' = 13,1 \text{ gr}; P = 2600 \text{ Atm. Gesucht: } \underline{G_2; d; v_{25}}.$$

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$A = 229,58; B = 341,44; C = 0,21884.$$

$$\text{Ferner } \underline{G_2 = 2,81; d = 0,40111; v_{25} = 572,36.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,3 \text{ gr}; \underline{\text{Gewicht der Patrone} = 9,3 + 2,81 + 13,1 = G_4 = 25,21 \text{ gr.}}$$

$$2. G' = 12,0 \text{ gr}; P = 2600 \text{ Atm. Gesucht: } \underline{G_2; d; v_{25}}.$$

$$\text{Man erhält: } A = 229,58; B = 356,75; C = 0,18363.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 2,92; d = 0,37660; v_{25} = 609,61.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,3 \text{ gr}; \underline{\text{Gewicht der Patrone} = 9,3 + 2,92 + 12,0 = G_4 = 24,22 \text{ gr.}}$$

$$3. G' = 12,6 \text{ gr}; P = 2600 \text{ Atm. Gesucht: } \underline{G_2; d; v_{25}}.$$

Wir erhalten nun, nach unsern Formeln:

$$A = 229,58; B = 348,15; C = 0,20246.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 2,86; d = 0,38992; v_{25} = 588,78.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,3 \text{ gr. } \underline{\text{Gewicht der Patrone} = 9,3 + 2,86 + 12,6 = G_4 = 24,76 \text{ gr.}}$$

$$4. G' = 13,6 \text{ gr}; P = 2600 \text{ Atm. Gesucht: } \underline{G_2; d; v_{25}}.$$

$$\text{Man erhält: } A = 229,58; B = 335,10; C = 0,23587.$$

$$\text{Ferner: } \underline{G_2 = 2,76; d = 0,41237; v_{25} = 556,72.}$$

$$\text{Gewicht der Patronenhülse} = 9,3 \text{ gr.}$$

$$\underline{\text{Gewicht der Patrone} = 9,3 + 2,76 + 13,6 = G_4 = 25,66 \text{ gr.}}$$

5. $G' = 14,2 \text{ gr.}; P = 2600 \text{ Atm.}$ Gesucht: $G_2; d; v_{25}$.

Man erhält: $A = 229,58; B = 327,95; C = 0,25714$.

Ferner: $G_2 = 2,71; d = 0,42524; v_{25} = 539,88$.

Gewicht der Patronenhülse = 9,3 gr.

Gewicht der Patrone = $9,3 + 2,71 + 14,2 = 26,21 = G_4$.

Wir werden nun, für jeden dieser 5 Fälle, die „Güte“ des Gewehr- und Munitionssystems berechnen, um zu erfahren, in welcher Weise dieselbe vom Geschossgewicht abhängt, resp. für welches Geschossgewicht dieselbe ein Maximum wird.

1. $G' = 13,1 \text{ gr.}; P = 2600; G_2 = 2,81 \text{ gr.}; d = 0,40111; v_{25} = 572,36$; hieraus ergibt sich: $c = 592,16$; es ist ferner: $G_4 = 25,21; G_1 = 4; r = 37$; ferner ergibt sich: $L = 1,0893$.

Nun müssen wir B, D und s berechnen, für 800 m Distanz. Es ist: $\alpha = 0,0000533; \gamma = 1,226; Q_2 = 0,000047783; G' = 0,0131; g = 9,81; c = 592,16; e = 0,0595$. Wir erhalten nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln (Seite 116—119 in meinem Buche):

$v = 280,96; B = 60,076; D = 25,969; s = 1,4812$. (Für 800 m Distanz.)

Nun ergibt sich, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches, die „Güte“ (x):

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{25,21} \cdot \sqrt{\frac{60,076}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{25,969}{1,0893 \cdot 4,0 \cdot 1,4812}} \\ &= \underline{\underline{527,89}} \quad \dots \text{ Güte des Systems.} \end{aligned}$$

2. $G' = 12,0; P = 2600; G_2 = 2,92; d = 0,37660; v_{25} = 609,61$; hieraus ergibt sich: $c = 634,29$; es ist ferner: $G_4 = 24,22; G_1 = 4; r = 37$; ferner ergibt sich: $L = 1,0775$.

Nun müssen wir B, D und s berechnen, für 800 m Distanz. Es ist: $\alpha = 0,0000533; \gamma = 1,226; Q_2 = 0,000047783; G' = 0,0120; g = 9,81; c = 634,29; e = 0,0595$.

Wir erhalten nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln (Seite 116—119 in meinem Buche):

$v = 276,36; B = 58,376; D = 23,018; s = 1,4516.$ (Für 800 m Distanz.)

Nun berechnet man, nach der Formel auf Seite 137 meines Buches, die „Güte“ (x):

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{24,22} \cdot \sqrt{\frac{58,376}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{23,018}{1,0775 \cdot 4,0 \cdot 1,4516}} \\ &= \underline{\underline{529,65}} \quad \dots \text{Güte des Systems.} \end{aligned}$$

3. $G' = 12,6; P = 2600; G_2 = 2,86; d = 0,38992; v_{25} = 588,78$; hieraus ergibt sich: $c = 610,63$; es ist ferner: $G_4 = 24,76; G_1 = 4; r = 37$; ferner erhält man: $L = 1,0842$.

Nun müssen wir B, D und s berechnen, für 800 m Distanz. Es ist:

$\alpha = 0,0000533; \gamma = 1,226; Q_2 = 0,000047783; G' = 0,0126; g = 9,81; c = 610,63; e = 0,0595.$

Wir erhalten nun, nach meinen Formeln, zur Berechnung der Schusstafeln (Seite 116—119 in meinem Buche):

$v = 279,13; B = 59,384; D = 24,655; s = 1,4656.$ (Für 800 m Distanz.)

Nun berechnet man die „Güte“ (x), und erhält:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{24,76} \cdot \sqrt{\frac{59,384}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{24,655}{1,0842 \cdot 4,0 \cdot 1,4656}} \\ &= \underline{\underline{529,51}} \quad \dots \text{„Güte“}. \end{aligned}$$

4. $G' = 13,6; P = 2600; G_2 = 2,76; d = 0,41237; v_{25} = 556,72$; hieraus ergibt sich: $c = 574,73$; es ist ferner: $G_4 = 25,66; G_1 = 4; r = 37$; ferner erhält man: $L = 1,0939$.

Nun berechnen wir B, D, s , für 800 m Distanz. Es ist:

$\alpha = 0,0000533; \gamma = 1,226; Q_2 = 0,000047783; G' = 0,0136; g = 9,81; c = 574,73; e = 0,0595.$ Wir erhalten ferner:

$v = 282,35; B = 60,586; D = 27,230; s = 1,5003.$ (Für 800 m Distanz.)

Nun berechnet man die „Güte“ (x), und erhält:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{25,66} \cdot \sqrt{\frac{60,586}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{27,230}{1,0939 \cdot 4,0 \cdot 1,5003}} \\ &= \underline{\underline{524,80}} \quad \dots \text{„Güte“}. \end{aligned}$$

5. $G' = 14,2$; $P = 2600$; $G_2 = 2,71$; $d = 0,42524$; $v_{25} = 539,88$; hieraus ergibt sich: $c = 556,06$; es ist ferner: $G_4 = 26,21$; $G_1 = 4$; $r = 37$; man erhält ferner: $L = 1,1027$.

Nun berechnen wir B , D , s , für die Distanz 800 Meter; es ist: $\alpha = 0,0000533$; $\gamma = 1,226$; $Q_2 = 0,000047783$; $G' = 0,0142$; $g = 9,81$; $c = 556,06$; $e = 0,0595$. Wir erhalten ferner:

$v = 283,76$; $B = 61,145$; $D = 28,715$; $s = 1,5236$. (Für 800 m Distanz.)

Nun berechnet man die „Güte“ (x), und erhält:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{x}} &= 7374 \cdot \frac{1}{26,21} \cdot \sqrt{\frac{61,145}{37}} \cdot \sqrt[4]{\frac{28,715}{1,1027 \cdot 4,0 \cdot 1,5236}} \\ &= \underline{\underline{519,98}} \quad \dots \text{„Güte“}. \end{aligned}$$

Aus der graphischen Darstellung (indem man das Geschossgewicht als Abscisse, und die „Güte“ als Ordinate aufträgt) ergibt sich, dass die „Güte“ ein *Maximum* wird bei 12,25 gr Geschossgewicht.

Entfernt man sich nicht allzuweit nach rechts oder links, so nimmt die „Güte“ auch nur wenig ab.

Damit nun, auf den mittlern und grossen Distanzen, Rasanz und Durchschlagskraft noch genügend gross seien, wollen wir uns etwas *rechts* vom Maximum halten, resp. das Geschossgewicht etwas grösser machen, als 12,25 gr.

Wir nehmen 13,1 gr, behalten also einfach unser **normales Geschossgewicht** bei.

Dann befindet man sich doch noch nahe beim Maximum, und die „Güte“ sinkt nur von 529,8 auf 527,9, also nur ganz unbedeutend, während man auf den mittlern und grossen Distanzen den Vortheil grösserer Rasanz und Durchschlagskraft hat.

Noch weiter nach rechts zu gehen, wäre unzweckmässig, weil dann die „Güte“ zu sehr abnimmt.

Wir sehen also auch durch diese Untersuchung, *dass die normale Heblerpatrone die allergünstigsten Abmessungen hat*, sowohl was die Hülse, als das Geschoss betrifft, so dass es nicht als wünschenswerth erscheinen könnte, noch irgend etwas daran zu ändern. *Wir behalten also die normale Heblerpatrone unverändert bei, weil sich dieselbe durch keine Aenderung noch günstiger gestalten lässt.*

3. Bestimmung der Kraft der verschiedenen rauchlosen Pulversorten.

Zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit (c) mag uns dabei die ganz einfache, jedoch nur annähernd richtige Formel (Seite 101 und 115 im I. und II. Theil meines Buches) dienen:

$$\underline{\underline{c = \alpha \cdot \sqrt{\frac{G_2}{G'}}}} \quad \text{Es bedeutet dabei:}$$

{	G_2 Gewicht der Pulverladung, in gr. G' Gewicht des Geschosses, in gr. c Anfangsgeschwindigkeit (an der Mündung), in Metern. α Ein Coëfficient, der durch Versuche bestimmt werden muss.
---	--

Da es sich hier nur um eine *approximative* Darstellung der Stärke der verschiedenen Pulversorten handeln kann, so genügt diese Formel vollständig.

Wir müssen annehmen, um die Stärke der verschiedenen Pulversorten wirklich vergleichen zu können, *es werde mit allen Pulversorten aus dem nämlichen Gewehr geschossen*, z. B. aus dem Heblergewehr.

Um die Vergleichung recht übersichtlich zu machen, bringen wir die mit der *neusten Heblerpatrone* und dem *normalen Heblerlauf* sich ergebenden Resultate, unter folgenden drei Gesichtspunkten:

- a) Bei *gleicher Ladung* (z. B. 3 gr).
- b) Bei *ganzer Füllung* der Hülse (Ladung von der Pulversorte abhängig).
- c) Bei *gegebenem Gasdruck* (z. B. 2600 und 3000 Atmosphären).

Im ersten Fall muss man sich natürlich das innere Volumen der Hülse veränderlich denken, und zwar so, dass die Hülse von jeder Pulversorte, *bei 3 gr Ladung*, gerade ausgefüllt wird, resp. so, dass die ganze Füllung der Hülse, für jede Pulversorte, genau 3 gr beträgt.

Im zweiten und dritten Fall haben wir uns die neuste Heblerpatrone zu denken, genau so, wie sie ist (Volumen der Hülse = 3,25 cbcm). Die ganze Füllung ist dann, für die verschiedenen Pulversorten, auch meist eine verschiedene. Vollständige Verbrennung des Pulvers ist natürlich in allen Fällen vorausgesetzt.

Aus den uns vorliegenden Versuchsergebnissen ergeben sich nun, mit Hilfe unsrer Formel, folgende Werthe von α , für die *Heblerpatrone*, und den *normalen Heblerlauf*:

(Patrone stets ungefettet.)

S-Pulver	$\alpha = 1296$	Approximative Werthe von α , für die Hebler-Patrone, und den normalen Heblerlauf.
Französisches Pulver	$\alpha = 1588$	
Avigliana-Pulver	$\alpha = 1596$	
Walsroder Pulver	$\alpha = 1612$	
Spandauer Pulver	$\alpha = 1573$	
Oesterreichisches Pulver von Schwab	$\alpha = 1565$	
Kallivoda-Hebler-Pulver	$\alpha = 1571$	

Nun lässt sich, für jede Ladung, die Anfangsgeschwindigkeit bestimmen, und auch annähernd der dabei stattfindende Gasdruck festsetzen.

Die *Stärke* oder *Leistungsfähigkeit* der verschiedenen rauchlosen Pulversorten ergibt sich nun, am übersichtlichsten, aus folgender Tabelle:

(Neuste Heblerpatrone und normaler Heblerlauf; Patrone ungefettet :
Geschossgewicht 13,1 gr.)

Pulversorte	$\overbrace{c}$ (Bei 3 gr Ladung)	Ganze Füllung d. Hülse			Gasdruck gegeben			
		Ladung	c	Gas- druck (Approximativ)	2600 Atm.		3000 Atm.	
					Ladung	c	Ladung	c
	m	gr	m	Atm.	gr	m	gr	m
S-Pulver	620	2,9	610	2900	2,8	598	2,93	614
Französisches Pulver	760	2,0	620	3200	1,8	588	1,93	608
Avigliana- Pulver	764	2,6	711	4600	2,14	640	2,26	660
Walsroder Pulver	771	2,0	630	3400	1,8	598	1,9	614
Spandauer- Pulver	753	2,2	645	3500	1,95	605	2,06	622
Oesterr. Pulv. von Schwab	749	2,2	641	2600	2,2	641	—	—
Kallivoda- Hebler-Pulver	754	2,6	700	2600	2,6	700	—	—

Obschon die in dieser Tabelle enthaltenen Resultate keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit erheben dürfen, so können sie doch dazu dienen, wenigstens einen *angenähert* richtigen Begriff von der Leistungsfähigkeit der besten jetzt existirenden rauchfreien Pulversorten zu geben.

Aus der Betrachtung dieser Tabelle ergibt sich, — wenn wir das Kallivoda-Hebler-Pulver nicht in Betracht ziehen, — dass das Walsroder-Pulver, bei gleichem Ladungsgewicht, die grösste Leistung aufweist, das Avigliana-Pulver hingegen bei ganzer Füllung der Hülse, das Oesterreichische Pulver nebst dem Avigliana-Pulver bei mässigem Gasdruck, und das Avigliana-Pulver beim höchsten zulässigen Gasdruck.

(Bei der Hebler-Patrone beträgt der erlaubte Gasdruck 2600, oder allerhöchstens 3000 Atmosphären.)

Mit Hülfe des Avigliana-Pulvers ist man also im Stande, beim höchsten zulässigen Gasdruck, eine höhere Anfangsgeschwindigkeit zu erreichen, als mit jeder der übrigen Pulversorten.

Würde man jedoch deshalb dem Avigliana-Pulver den Vorzug einräumen, und dasselbe einführen, so müsste man folgende Nachtheile mit in den Kauf nehmen:

1. Nur theilweise Füllung der Hülse (2,2 statt 2,6 gr; unzulässig).
2. Eine ausserordentlich hohe Verbrennungstemperatur (wohl hauptsächlich in Folge des hohen Nitroglizeringehaltes), so dass, bei längerem Gebrauch, die Läufe ruinirt werden.

Besonders der *letztere* Umstand stellt die Anwendbarkeit des *Avigliana-Pulvers* sehr in Frage, trotz seiner sonstigen guten Eigenschaften.

Das *Oesterreichische Pulver* wird deshalb dem *Avigliana-Pulver* jedenfalls vorzuziehen sein.

Diesen beiden Pulvern zunächst (bezüglich Leistung bei gegebenem Gasdruck) steht das *Spandauer Pulver*; bei diesem hat man aber, wie bei jedem andern Blättchenpulver, den Uebelstand, dass die Ladungen *abgewogen* werden müssen, was die Massenfabrikation der Patronen äusserst erschwert, verlangsamt und vertheuert.

Es ist daher selbstverständlich, dass das Blättchenpulver verschwinden wird, sobald ein *Kornpulver* auftaucht, *das bedeutend bessere Leistungen aufweist*.

Beim Oesterreichischen Pulver ist dies bereits einigermassen der Fall, und dieses Kornpulver hätte deshalb etwelche Aussicht, die vorhandenen Blättchenpulver zu verdrängen, da es, neben besserer Leistung, auch noch den grossen Vortheil bietet, dass man die Ladungen *abmessen* kann, wie man es beim Schwarzpulver gewöhnt war.

Diesen Vortheil bietet aber ebenfalls, und zwar *im höchsten Grade* (seiner runden polirten Körner wegen), das *Kallivoda-Hebler-Pulver*, und ausserdem übertrifft dasselbe, in seinen Leistungen, das Oesterreichische Pulver und das *Avigliana-Pulver ganz bedeutend*.*)

Die Verdrängung aller bisherigen rauchlosen Pulversorten kann und wird deshalb, wie schon früher gesagt wurde, einzig dem Kallivoda-Hebler-Pulver (K. H. P.) gelingen, und dieses ist daher einzig das Pulver der Zukunft.

*) Die angegebenen Leistungen des Kallivoda-Hebler-Pulvers (K. H. P.) sind zwar noch nicht vollständig erreicht, werden aber voraussichtlich — nach den bisherigen Resultaten zu schliessen — in kurzer Zeit erreicht sein, weil dann auch noch der Umstand vortheilhaft mitwirkt, dass, bei der Grossfabrikation, das Pulver vollkommener hergestellt werden kann, als es bis jetzt, bei der Anfertigung im Kleinen, möglich war.

Herr Kallivoda hat die Gefälligkeit gehabt, meinen Namen mit seinem Pulver in Verbindung zu bringen, weil ich zur Vervollkommnung desselben Einiges beitrug.*)

Kallivoda gebührt jedoch hauptsächlich die Ehre, das so lange gesuchte, richtig konstruirte rauchlose Pulver endlich gefunden, und dadurch die Entwicklung der rauchlosen Pulver zu einem würdigen Abschluss geführt zu haben.

24. Noch ein letztes Wort über das „Wolfram-Geschoss“.**)

In Nr. 42 der „Allgemeinen Schweizerischen Militärzeitung“, von 1890, brachte ich einen Aufsatz, betitelt: „*Humbug im Waffenfache*“, von welchem ein kurzer Auszug im „Militär-Wochenblatt“, Nr. 101, von 1890, erschienen ist.

In diesem Aufsatz behandelte ich (neben dem „Fusil à Trajectoire Rectiligne“, dem „Boulet Rétrograde“, und dem „Giffard-Gewehr“) auch das „*Wolfram-Geschoss*“, und bewies, dass:

1. Von einer praktischen Verwendung des Letztern niemals die Rede sein kann, weil es sich nicht staucht, und daher, in einem um 2 bis 3 Zehntelsmillimeter (oder weniger) erweiterten Laufe, schlottern muss, folglich beim Verlassen der Mündung in's Schwanken geräth, oder sich sogar überschlägt, so dass also von Präzision keine Rede mehr sein kann.
2. Dass das von Major Mieg für ein Kaliber von rund 7,5 mm vorgeschlagene Geschossgewicht von 19,3 gr viel zu gross ist, da das günstigste Geschossgewicht für das 7,5 mm Kaliber ca. 13,1 gr. beträgt.

*) In dem zwischen Herrn Kallivoda und mir bestehenden *Vertrage* ist ausdrücklich festgesetzt, dass das von Herrn Kallivoda erfundene, und unter meiner Mithilfe verbesserte Pulver, für alle Zukunft nur unter dem Namen: „*Kallivoda-Hebler-Pulver*“ (K. H. P.) verkauft werden, und in den Handel kommen darf, und es ist mir, durch den genannten Vertrag, auch *in pekuniärer Hinsicht* ein *Antheil* zugesichert.

**) Erschienen im „Militär-Wochenblatt“, Nr. 11, vom 4. Februar 1891.

Berichtigung. Auf Seite 10 soll es heissen: „Alle folgenden Kapitel (7—29) enthalten Abhandlungen“ . . .

3. Dass die Verwendung eines Kupfermantels, wegen der damit verbundenen grossen Uebelstände, ganz ausgeschlossen ist.
4. Dass der ungeheuer hohe Preis des Wolfram-Metalles den Gebrauch solcher Geschosse selbst dann durchaus unmöglich machen würde, wenn diesen Geschossen die erwähnten Uebelstände nicht anhaften würden.

In Nr. 3 des „Militär-Wochenblattes“, von 1891, ist nun, unter dem Titel „*Wolfram-Geschosse*“ eine anonyme Entgegnung erschienen, — von wem, ist unschwer zu errathen, — in welcher, neben einem schwachen Versuch, mein Urtheil über das Wolframgeschoss theilweise zu entkräften, auch persönliche Ausfälle gegen mich enthalten sind, von denen ich jedoch keine Notiz nehme, sondern mich einzig und allein an das rein Sachliche, Technische halte.

Der anonyme Verfasser jenes Artikels in Nr. 3 des „Militär-wochenblattes“ bestreitet *ernstlich* eigentlich nur den *ersten* Einwand, den ich gegen das Wolframgeschoss erhebe (dass dasselbe nämlich, aus dem *erweiterten* Laufe geschossen, schlottern, und daher seine Präzision einbüssen muss), — jedoch nicht etwa in der Weise, dass er die Richtigkeit meiner Aussage leugnet, sondern er gibt dieselbe zu, sucht sich jedoch mit einem Scheingrund zu helfen, der für Uneingeweihte allerdings etwas Bestechendes haben mag; — er weist nämlich darauf hin, dass die für die Wolframgeschosse vorgeschlagene Führung (ein schmales kupfernes Führungsband, kurz vor dem Geschossboden) bekanntlich bei Granaten und Schrapnels schon seit Jahren mit ausgezeichnetem Erfolge angewendet wurde, und fragt dann, weshalb sich diese Führung nicht mit gleichem Vortheil auch auf Infanteriegeschosse übertragen lassen sollte?

Hierauf lässt sich nun Folgendes erwidern:

Bei den Gewehrläufen tritt bekanntlich hie und da die Nothwendigkeit ein, dass man sie „*frischen*“ und „*ausschmirgeln*“ muss, wodurch dieselben jedesmal um ca. 0,1 mm erweitert werden; hievon rührt, zum weitaus grössten Theil, die Erweiterung derselben her; — die jetzigen Stahlmantelgeschosse mit Hartbleifüllung schiessen aber auch noch gut aus einem um 2 bis 3 Zehntelsmillimeter erweiterten Laufe, — während ein Wolframgeschoss für einen solchen (auch für einen weniger stark erweiterten) Lauf durchaus nicht mehr verwendbar wäre.

In dem betreffenden Artikel konnte dies nicht geleugnet werden, da es sich eben wirklich so verhält, und jeden Augenblick durch Versuche nachgewiesen werden kann.

Nun sucht aber der Verfasser jenes Artikels das Wolframgeschoss dadurch zu retten, dass er die Nothwendigkeit, erheblich erweiterte Läufe zu verwenden, einfach in Zweifel zieht, indem er sagt:

„Läufe aus gutem Stahl erleiden selbst nach einer sehr beträchtlichen Schusszahl keine nennenswerthe Erweiterung, welche die Anwendung des Wolframgeschosses verhindern würde.“ —

Er stellt sich also vor, die Läufe seien stets nahezu „normal“, wie es sich in Wirklichkeit mit den Geschützrohren verhält, die, weil sie nicht gefrischt und ausgeschmiegelt zu werden brauchen, — und auch wegen der verhältnissmässig geringen Schusszahl, — keine irgendwie bemerkenswerthe Erweiterung erleiden, so dass sie stets nahezu „normal“ bleiben, und daher die für das Wolframgeschoss vorgeschlagene Führung zulassen.

Wäre dasselbe auch bei den Gewehren der Fall, so würde das Wolframgeschoss allerdings (abgesehen von seinem hohen Preise) für dieselben verwendbar sein; — *dies ist nun aber nicht der Fall, weil man, bei den Gewehrläufen, bei längerem Gebrauch, nothwendig eine gewisse Erweiterung (2 bis 3 Zehntelsmillimeter) zulassen muss, und dadurch wird eben die Verwendung des Wolframgeschosses, für Gewehre, durchaus unmöglich gemacht. — Nur ein Geschoss, das sich stauchen kann, ist für Gewehre verwendbar, und dieses besitzen wir ja bereits, im gewöhnlichen Hartblei-Mantelgeschoss; — am besten Stahlmantel.*

Der Verfasser des oben genannten Artikels beharrt auch nicht auf dem viel zu hohen Geschossgewicht von 19,3 gr, sondern gibt zu, dass 13,1 gr für das 7,5 mm Kaliber „recht wohl geeignet“ sein möge.

Hingegen spricht er von noch kleinern Kalibern, als 7,5 mm, und sagt, die Hartblei-Mantelgeschosse wären für so kleine Kaliber „gänzlich unanwendbar“, weil sie, bei angemessener Querschnittsbelastung, eine viel zu grosse Länge erhalten müssten.

Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall, denn die nöthige Länge des Geschosses — welches auch das Kaliber sein mag — beträgt, bei der nöthigen Querschnittsbelastung, stets nur ca. 30 mm, und einem solchen Geschoss könnte mit Leichtigkeit die nöthige Drehungs-

geschwindigkeit ertheilt werden, auch bei 6 oder 5 mm Kaliber, ohne dass der Drall deshalb übermässig stark werden müsste.

Auch in diesem Fall können wir also das Wolframgeschoss ganz gut entbehren, weil seine etwas geringere Länge, bei gleichem Gewicht, keinen nennenswerthen Vortheil mit sich bringt.

Dass man übrigens wohl kaum jemals ein erheblich kleineres Kaliber, als 7,5 mm verwenden wird, davon bin ich überzeugt, und habe meine diesbezüglichen Gründe auf Seite 20 meines Buches: „*Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr*“, I. und II. Theil, 1886 *) ausführlich angegeben; diese Gründe sind auch heute noch so stichhaltig wie damals.

Dass ich ferner, wie in obgenanntem Artikel gesagt wird, meine Anforderungen an das „zukünftige Infanteriegewehr“ mit der Zeit etwas modifizirt habe (z. B. Uebergang vom gekörnten Schwarzpulver zu komprimirtem, und dann zu rauchlosem Pulver; ferner Uebergang vom Compound-Geschoss zum gewöhnlichen [unverlötheten] Stahlmantelgeschoss etc., ist begreiflich; das Hauptsächlichste dieser Anforderungen (Stahlmantelgeschoss; ausgerundete Züge für gasdichten Abschluss; 7,5 mm Kaliber etc.) ist jedoch unverändert geblieben, und wird es auch in Zukunft bleiben.

Dass 13,1 gr wirklich das günstigste Geschossgewicht für das 7,5 mm Kaliber ist, wurde in diesem **III. Theil** meines Werkes bereits ausführlich bewiesen.

Es wird in genanntem Artikel ferner zugegeben, dass Major Mieg den Kupfermantel aufgegeben und einen Nickelmantel adoptirt habe. — Dieser Letztere ist jedoch auch nicht viel besser, als der Kupfermantel, hingegen bedeutend theurer, als dieser.

Bezüglich des ungeheuer hohen Preises des Wolfram**) (ca 4 Mk. = 5 Fr. per kg.), der sich also per Geschoss auf zirka 8 Pfennige oder ca. 10 Cts. stellen würde, lässt sich nur wiederholen, dass dadurch schon die Möglichkeit, solche Geschosse zu verwenden, hinfällig wird, weil ja das Material zur Ausfüllung des Geschossmantels, schon so viel kosten würde, wie sonst eine fertige Patrone.

*) Zu haben bei der „Buchhandlung Albert Müller (Orell Füssli & Cie.), Zürich“. Preis 5 Mk.

**) Wolfram ist 10 mal theurer als Blei.

Für solch' theures Geschossmaterial wird sich gewiss jeder Staat höflichst bedanken, und das um so mehr, weil doch kein erheblicher Fortschritt oder Vorthail damit zu erzielen wäre.

Wir sehen also, dass die Verwendung der Wolfram-Geschosse sowohl an deren unerhört hohem Preis, als auch ganz besonders daran scheitert, dass dieselben für erweiterte Läufe durchaus nicht zu gebrauchen sind.

Im Interesse der Wahrheit konnte ich nicht umhin, obige erklärenden Bemerkungen über das Wolfram-Geschoss zu machen, und glaube, nun wirklich hoffen zu dürfen, dass dasselbe jetzt endlich doch einmal aufhören werde, von sich reden zu machen, und das Urtheil aller Derjenigen, welche keine gebildeten Fachleute sind, auf falsche Bahn zu lenken.

Dass ich das „Wolfram-Geschoss“ eine „grobe Verirrung in technischer Beziehung“ genannt, und es mit den 3 übrigen gleichwerthigen „Erfindungen“, unter dem Titel: „Humbug im Waffenfache“ zusammengestellt habe, — und dass ich hiebei vollkommen richtig verfuhr, — darüber wird sich nun gewiss jeder gebildete und vorurtheilsfreie Fachmann mit mir einverstanden erklären müssen.

Dies soll mein letztes Wort in obiger Angelegenheit sein.

25. Nachtrag über Neubewaffnungen.

a) England. M. 1888.

England hat das System *Lee*, mit einigen Veränderungen, adoptirt (Lee-Gewehr. M. 1888).

Das Gewehr hat Kolbenverschluss, mit Drehbewegung. Das Kaliber beträgt 7,70 mm.

Durchmesser in den Zügen = 7,90 mm. Zugtiefe = 0,10 mm. Anzahl der Züge = 7.

Züge stark ausgerundet, resp. ausgeflacht, bis zur Mitte derselben. Breite der Züge = 2,5 mm; Breite der Felder = 1 mm. Dralllänge = 254 mm.

Das Gewehr wiegt mit leerem Magazin 3,61 kg, hat ein Kastenmagazin für 8 Patronen, und Repetirsperre. Länge des Gewehres = 1,26 m; Länge des Laufes = 768 mm.

Die Patrone wiegt ca. 28,0 gr (Ladung aus rauchlosem Pulver bestehend).

Das Projektil ist ein *Stahlmantelgeschoss*, von 13,9 gr. Gewicht.

Man hofft, mit dem zur Anwendung gelangenden rauchlosen Pulver eine Anfangsgeschwindigkeit $c = 670$ m. zu erreichen, und hat auch für diese Anfangsgeschwindigkeit ($c = 670$ m) bereits die Visireinrichtung konstruiert.

Für diese Anfangsgeschwindigkeit (670 m) erhält man nun, nach meinen Formeln*), für den *Rückstoss*, und für die Gesamtleistungsfähigkeit oder „*Güte*“ des Gewehres, folgende Resultate:

$$\text{Rückstoss} = 1,67 \text{ mkg}; \text{ Güte} = 512.$$

(Bekanntlich ist die „*Güte*“ des 11 mm Mausergewehres, M. 1871, = 100.)

b) Dänemark. M. 1889.

Dänemark hat das Repetirgewehr von *Krag und Jørgensen* adoptirt. Das Gewehr hat Kolbenverschluss mit Drehbewegung, und ein Kastenmagazin für 5 Patronen.

Kaliber des Gewehres = 8,00 mm. Durchmesser in den Zügen = 8,28 mm.

Zugtiefe = 0,14 mm. Anzahl der Züge = 6. Breite der Züge = 2,4 mm.

Breite der Felder = 1,8 mm. Drall-Länge = 300 mm.

Züge stark ausgerundet, resp. ausgeflacht, bis zur Mitte derselben.

Das Gewehr hat keine vorstehenden Theile, welche die Handhabung desselben stören.

Es besitzt einen Laufmantel, wie das deutsche Gewehr M. 88.

Das Gewehr wiegt mit leerem Magazin = 4,25 kg, ist 1,24 m lang, und hat eine Magazinsperre.

Die Patrone hat noch *vorstehenden Hülsenrand*, und wiegt ca. 31,0 gr (Ladung aus rauchlosem Pulver bestehend).

Das Projektil ist ein *Kupfermantelgeschoss*, und wiegt 15,4 gr.

Mit rauchlosem Pulver hat man eine Anfangsgeschwindigkeit $c = 640$ m erreicht. Für diese Anfangsgeschwindigkeit (640 m) erhält

*) Seite 11 und Seite 137 in meinem Buche: „*Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr*“ (I. u. II. Theil).

man, nach meinen Formeln, für den *Rückstoss*, und für die „*Güte*“ des Gewehres, folgende Resultate:

$$\text{Rückstoss} = 1,50 \text{ mkg}; \text{ Güte} = 411.$$

c) Schweden. M. 1889.

Umgeändertes, einfach mit einem 8 mm Lauf versehenes, bisheriges Remington-Einlader-Gewehr. Kaliber = 8,00 mm. Durchmesser in den Zügen = 8,28 mm.

Zugtiefe = 0,14 mm. Anzahl der Züge = 6. Breite der Züge = 2,4 mm.

Breite der Felder = 1,8 mm. Drall-Länge = 288 mm.

Ausgerundete Züge. (Ueber die Art der Ausrundung ist nichts Näheres bekannt.)

Das Gewehr wiegt 4,1 kg, und ist 1,35 m lang. Lauflänge = 840 mm.

Die Patrone hat noch *vorstehenden Hülsenrand*, und wiegt ca. 31,8 gr. (Ladung aus 3,15 gr rauchlosem Pulver von *Skoglund* bestehend.) Länge der Patrone = 76 mm.

Das Projektil ist ein *Kupfermantelgeschoss*, und wiegt 15,5 gr.

Länge des Geschosses = 30,7 mm.

Der Geschossmantel besteht aus Kupferblech, welches mit 8 % Zink legirt ist.

Mit 3,15 gr rauchlosem Pulver (von Ingenieur Skoglund) hat man eine Anfangsgeschwindigkeit $c = 605$ m erreicht; dabei betrug der maximale Gasdruck, im Mittel, = 2400 Atmosphären.

Für diese Anfangsgeschwindigkeit (605 m) erhält man, nach meinen Formeln:

$$\text{Rückstoss} = 1,39 \text{ mkg}; \text{ Güte} = 393.$$

d) Bulgarien. (Oesterreichisches Mannlicher-Gewehr M. 1888. 1890.)

Bulgarien schafft das Oesterreichische Mannlicher-Gewehr (M. 88.90) an, und lässt 60,000 Stück solcher Gewehre in Steyer anfertigen.

Bei Benutzung des rauchlosen Pulvers wird also sein (für $c = 630$ m):

$$\text{Rückstoss} = 1,62 \text{ mkg}; \text{ Güte} = 469.$$

26. Neuste Mittheilungen in Bezug auf die praktische Brauchbarkeit einiger Neubewaffnungen.

a) Ueber das Oesterreichische Mannlicher-Gewehr M. 88. 90.

In der „*Zürcherischen Freitagszeitung*“, Nr. 36, vom 5. September 1890, steht Folgendes:

„Mit ihren neuen Mannlicher-Gewehren machen die Bulgaren auch üble Erfahrungen. Wenigstens 15 in jeder Kompagnie sind unbrauchbar.“

b) Ueber das Oesterreichische Mannlicher-Gewehr M. 88. 90, und über das Deutsche Gewehr M. 88.

In der „*Neuen Zürcher-Zeitung*“ Nr. 308, erstes Blatt, vom 4. November 1890, steht folgender Artikel:

„Das „*Journal des Débats*“ macht auf eine Mittheilung der englischen „*Army and Navy Gazette*“ aufmerksam, der zufolge man in *Deutschland* und *Oesterreich* übereinstimmend die Entdeckung gemacht hat, das *rauchlose Pulver* nehme das *Mannlicher Gewehr*, für das es bestimmt ist, stark mit, und beschädige den Lauf. Die Militärbehörden beider Länder suchten diesen Uebelstand zu verheimlichen, und die Erörterungen desselben in der Presse zu verhindern. Nach langen Berathungen wäre man darüber einig geworden, die Gewehrläufe ändern zu lassen. Das geschehe nun in der Eile, werde aber volle 2 Jahre in Anspruch nehmen.“

c) Ueber das Englische Gewehr M. 88.

In der „*Zürcher Post*“, Nr. 274, vom 21. November 1890, steht Folgendes:

„*England.*“ „Es sind hässliche Gerüchte im Umlauf über das neue *Repetir-* oder *Magazin-Gewehr*, welches eingeführt werden sollte. Als jüngst ein Bataillon, das seit Monaten mit dem neuen Gewehr bewaffnet war, nach Indien abgehen sollte, wurden die Soldaten wieder mit Martini-Büchsen versehen; das Repetirgewehr behielt man zurück. Die indische Regierung wollte von der neuen Waffe nichts wissen. Die Enthüllungen über die Art, wie die

Armee zu dieser Waffe gekommen ist, schreibt man der „Frankf. Zeitung“, sind sehr interessant. Eine aus fünf Militärs bestehende Kommission wurde ernannt, um eine passende Waffe auszuwählen. Dieselbe wählte einen Sachverständigen, Speed, als Berather, und dieser, in der staatlichen Waffenfabrik in Enfield angestellt, legte ein von ihm, wenn nicht erfundenes, doch verändertes, Repetirgewehr vor, das er fürsorglich erst hatte patentiren lassen. Die Kommission nahm nach kurzer Prüfung die Waffe als geeignet an. Sie wurde dann einer Versammlung hoher Offiziere vorgelegt; darunter befanden sich der Herzog von Cambridge als Höchstkommmandirender, Lord Wolseley, Generalmajor Buller, der Kriegsminister Stanhope. Diese Herren erklärten sich nach kurzer Betrachtung der neuen Waffe als vollkommen befriedigt, und auf ihre Empfehlung hin gab der Minister Befehl, in Enfield sowie in Birmingham das Gewehr in grosser Zahl anzufertigen. Die Herstellung wird Millionen Pfund kosten — aber *die Waffe taugt nichts*. Das ist die *einmüthige* Ansicht aller Offiziere, Instruktoren und Soldaten, welche damit gefeuert haben. Der Mechanismus ist äusserst komplizirt; er besteht, Schrauben und Nägel abgerechnet, aus 27 Stücken; geht eins dieser Stücke verloren oder entzwei, so ist die Waffe nutzlos. Ein auch nur geringer Schlag oder Stoss zerstört den Mechanismus. Die Springfeder wird nach kurzem Gebrauch durch das Gewicht der Kugel schwach. Der Preis der Herstellung ist 144 Fr., während eine Martinibüchse nur 50 Fr. kostet. Es ist äusserst schwer, sie in Stücke zu zerlegen und zu reinigen. Auf die in der „Times“ begründeten Anklagen hat der Kriegsminister äusserst schwach geantwortet. Das Tollste ist, dass die Behörden mit der Herstellung der Waffen fortfahren. Das Geld ist bewilligt, und muss ausgegeben werden.“

- d) **England.** In der „*Allgem. Schweiz. Militärzeitung*“, Nr. 50, vom 13. Dezember 1890, steht Folgendes:

„Das Repetirgewehr, welches unsern Korrespondenten (vergl. Nr. 49) zu grosser Begeisterung hingerissen hat, scheint an verschiedenen Mängeln zu leiden.

„Diese sind im Monat November in der „Times“ dem Kriegsminister zur Last gelegt worden, und wahrscheinlich wird England

sich mit grossen Kosten für die Annahme eines neuen Repetirsystems entschliessen müssen. — Die Berichterstattung (in Nr. 49) leidet überdies an einigen Ungenauigkeiten. In Wirklichkeit hat das englische Repetirgewehr keinen Block-, sondern einen Zylinderverschluss; überdies ein detaschirbares Magazin, welches beim Wegnehmen Einzelladung gestattet. Es ist auch nicht richtig, dass dasselbe ein automatisches Gewehr ist, bei welchem einfach an den Abzug gedrückt werden muss, bis das Magazin entleert ist. Für Abgabe eines jeden Schusses muss die Ladebewegung, ähnlich wie bei unserm Gewehr, ausgeführt werden. Um den linken Arm zu entlasten, ist es jedenfalls zweckmässiger, das Gewehr herunterzunehmen, als im Anschlag zu bleiben. Weitere Mängel des englischen Gewehres und Repetirsystems wollen wir hier nicht hervorheben.“

D. R.

e) **England.** (*Der Gewehrkrach, Korr.*) In der „*Allgem. Schweiz. Militärzeitung*“, Nr. 4, vom 24. Januar 1891, steht Folgendes:

„Das Anfangs sehr gelobte englische Repetirgewehr wird in der Presse lebhaft angegriffen. Niemand, weder der Kriegsminister, noch die Gewehrkommission, wollen die Verantwortung für die bei Annahme des Modells begangenen Missgriffe übernehmen.

Das angesehenste Blatt Englands, die „Times“, schreibt: In der Repetirgewehrfrage hat das Kriegsministerium nicht nur nicht die Wahrheit gesprochen, sondern im Gegentheil Alles gethan, um eine unabhängige Untersuchung im Lande zu verunmöglichen und rund jede Kritik zu verhindern (vide „Times“ vom 12., 13., 15. und 18. November). Auf die Bemerkung des Kriegs-Staatssekretärs, dass ihn die Sache nichts angehe, da er, nicht Fachmann, sich in waffentechnischen Fragen auf die Kommission (deren Mitglieder er mit Namen anführt) verlassen müsse, entgegnet die „Times“: „Gewiss eine prächtige Liste, nur schade, dass wir darin keinen wirklichen Fachmann finden; die Mitglieder der Kommission verstanden von dem Geschäfte ungefähr so viel oder so wenig, als der Herr Minister von sich selbst bezeugt. Ihr Orakel war ein staatlicher Beamteter, Patentinhaber, und mit diesem flickten sie das Gewehr zusammen, mit welchem sie dann das Land beglückten.“ „Wer

trägt aber die Schuld?“ fragt die „Times“ weiter, „wer ist dem Lande verantwortlich, wenn ein solch' schwerer Missgriff sich ereignet?“ Die Antwort lautet: „Gar Niemand, denn in diesem Fall verkriecht sich Jeder hinter die Andern.“ St.

27. Rangordnung der bis jetzt eingeführten Neubewaffnungen.

Bezüglich der *Gesamtleistungsfähigkeit* oder „Güte“ ergibt sich, für die bis jetzt in den verschiedenen Staaten eingeführten Neubewaffnungen, bei welchen rauchloses Pulver verwendet wird, folgende Rangordnung:

	Güte
1. Schweiz (Schmidt) M. 89	542
2. Belgien (Mauser) M. 89	516
3. England (Lee) M. 88	512
4. Deutschland M. 88	474
5. Oesterreich (Mannlicher) M. 88. 90 . . .	469
6. Bulgarien (Mannlicher) M. 88. 90 . . .	469
7. Frankreich (Lebel) M. 86.	433
8. Dänemark M. 89	411
9. Schweden M. 89	393

Zur Vergleichung diene Folgendes:

Hebler M. 90	574
Mauser (11 mm) M. 71	100

28. Güte des Heblergewehres (des Hebler'schen Lauf- und Munitionssystems), abhängig von Ladung und Anfangsgeschwindigkeit.

a) Tabelle über die „Güte“ des Heblergewehres, für verschiedene Ladungen (verschiedene Patronengewichte) und Anfangsgeschwindigkeiten.

Hülse = 9,3 gr; Geschoss = 13,1 gr.

Ladung	Gewicht der Patrone	$c = 640$	$c = 650$	$c = 660$	$c = 670$	$c = 680$	$c = 690$	$c = 700$
gr	gr							
2,2	24,6	558,8	562,9	567,0	571,1	575,3	579,5	583,7
2,3	24,7	556,5	560,6	564,7	568,8	573,0	577,2	581,3
2,4	24,8	554,3	558,4	562,5	566,6	570,7	574,9	579,0
2,5	24,9	552,0	556,1	560,2	564,3	568,4	572,6	576,7
2,6	25,0	549,8	553,9	558,0	562,1	566,2	570,3	574,4
2,7	25,1	547,6	551,7	555,8	559,9	564,0	568,0	572,1
2,8	25,2	545,5	549,5	553,6	557,6	561,7	565,7	569,8
2,9	25,3	543,3	547,3	551,4	555,4	559,5	563,5	567,6
3,0	25,4	541,1	545,1	549,2	553,2	557,2	561,3	565,3

b) Güte des Heblergewehres, bei Verwendung der bisherigen rauchlosen Pulversorten.

- | | |
|---|--|
| { | 2,2 gr Avigliana-Pulver; Patrone 24,6 gr; $c = 650$ m; |
| | Gasdruck = 2800 Atm.; Güte = 563. |
| { | 2,2 gr Oesterr. Pulver; Patrone 24,6 gr; $c = 641$ m; |
| | Gasdruck = 2600 Atm.; Güte = 559. |
| { | 2,0 gr Spandauer Pulver; Patrone 24,4 gr; $c = 613$ m; |
| | Gasdruck = 2800 Atm.; Güte = 552. |
| { | 1,9 gr Walsroder Pulver; Patrone 24,3 gr; $c = 614$ m; |
| | Gasdruck = 3000 Atm.; Güte = 555. |



29. Schlusswort.

Wie man aus der im 25. Kapitel enthaltenen Zusammenstellung — bezüglich des *Gesamtwertes*, der *Gesamtleistungsfähigkeit*, oder, kurz gesagt, der „*Güte*“ der bis jetzt eingeführten Neubewaffnungen — ersieht, nimmt die *Schweiz*, *Belgien* und *England* den **obersten**, — *Deutschland*, *Oesterreich* und *Bulgarien* einen **mittelmässigen**, — *Frankreich*, *Dänemark* und *Schweden* hingegen den **untersten** Rang ein. —

Von allen bis jetzt zur Einführung gelangten Kleinkalibergewehren ist, wie wir im 25. Kapitel gesehen haben, das *Schweizerische Schmidtgewehr* (M. 89) das *beste* (Güte 542). Würde man nun in der *schweizerischen Patrone M. 89* das *Kallivoda-Hebler-Pulver* (K. H. P.) verwenden, so müsste einestheils die Ladung so bemessen werden, dass der *Gasdruck* nicht über die erlaubte Grenze (für die schweizerische Patrone 2200, oder allerhöchstens 2500 Atm.) steigt; andernteils dürfte die Ladung nicht so gross sein, dass der *Rückstoss* die erlaubte Grenze (ca. 1,5 mkg) überstiege. — Es ergibt sich hieraus eine *Ladung von 3,0 gr. K. H. P.*, ferner eine *Anfangsgeschwindigkeit* $c = \text{ca. } 690 \text{ m}$; der *maximale Gasdruck* beträgt dann *ca. 2200 Atmosphären*; die Patrone wiegt, bei 3,0 gr Ladung, = 27,3 gr; *Rückstoss* ca. 1,47 mkg; die „**Güte**“ beträgt **ca. 556**. — Dies ist also, für das beste bis jetzt eingeführte Gewehr- und Munitionssystem, **die höchste erreichbare Güte**. —

Alle übrigen Systeme bleiben, bezüglich ihrer *Güte*, wenn auch bei denselben das Pulver K. H. P. verwendet würde, — mehr oder weniger tief *unter* dieser Grenze. —

Im **Heblergewehr** (resp. bei Verwendung der *Heblerpatrone M. 90*, und des *Hebler'schen Laufes*) beträgt hingegen, wie wir gesehen haben, bei Verwendung des *Kallivoda-Hebler-Pulvers* (K. H. P.), die **Güte = 574**. (Ladung 2,6 gr; Patrone = 25,0 gr; $c = 700 \text{ m}$; Rückstoss = 1,50 mkg; maximaler Gasdruck = 2600 Atm.) — — —

Denjenigen Staaten, welche sich über ihre Neubewaffnung erst noch zu entscheiden haben (*Russland, Italien, Spanien, Holland etc.*) rufe ich daher Folgendes zu:

Kein einziger von den Staaten, welche bis jetzt eine Neubewaffnung einführten, hat es zu einer solchen vom *I. Range* gebracht, und kann

es auch zu keiner solchen bringen, selbst wenn er das allerbeste Pulver (K. H. P.) verwendet! —

Wer wirklich eine **Neubewaffnung I. Ranges** besitzen will, **welche alles Bisherige übertrifft**, der muss unbedingt das **Hebler'sche Lauf- und Munitionssystem** einführen, — und zwar ohne die geringste Veränderung, — denn jede solche Veränderung, oder vermeintliche Verbesserung, ist nichts Anderes, als eine Verschlimmbesserung!!! — — —

Die Richtigkeit dieses Ausspruches ergibt sich klar und deutlich aus unsern in den paar letzten Kapiteln angestellten Betrachtungen und Vergleichen, und wird auch durch die Erfahrungen der Zukunft noch weiter erhärtet werden.

Der Wahlspruch für die noch vor der Neubewaffnung stehenden Staaten möge also heissen:

Hebler'sches Lauf- und Munitionssystem — ohne die geringste Veränderung!!!

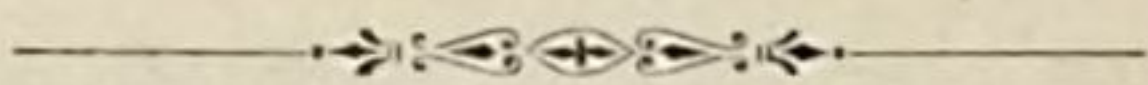


Tabelle 1.

Schusstafel des Portugiesischen Kropatschek-Gewehres. (M. 86.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,20 mm; Zugtiefe = 0,10 mm; Drall-Länge = 280 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,3 mm; Breite der Züge = 4,0 mm; Länge des Geschosses = 32,5 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,2 bis 7,7 mm; Geschossgewicht = 16,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel; Ladung = 4,5 gr unkomprimiertes grobkörniges Pulver; Anfangsgeschwindigkeit = 537 m; Gewicht von 1 cbm. Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss = 1,25 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,47 m; Länge der Patronenhülse = 59,5 mm; Gewicht der Patronenhülse = 14,5 gr; Länge der Patrone = 81,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 35,4 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,318 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0651 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 362; Maximaler Gasdruck = ca. 2400 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 408 m (auf 346 m. Distanz, und für h = 1,70); Maximum des bestrichenen Raumes = 420 m (auf 357 m Distanz, und für h = 1.80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	A b g a n g s w i n k e l				F a l l w i n k e l				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				0	'	''	‰	0	'	''	‰	h = 1,70 m	h = 1,80 m			weiches	hartes	
0	537	0	0	0			0	0			0	ganz	ganz	0	235	105	78,6	0
100	481	0,20	0,19	0	6	33	1,91	0	7	17	2,12	„	„	3,6	189	84,1	63,1	0,01
200	435	0,42	0,85	0	14	34	4,24	0	17	40	5,14	„	„	7,3	155	68,9	51,7	0,05
300	398	0,66	2,11	0	24	13	7,04	0	31	34	9,18	„	„	11,0	129	57,5	43,2	0,13
400	366	0,92	4,14	0	35	34	10,3	0	44	42	13,0	131	138	15,0	109	48,8	36,6	0,26
500	339	1,20	6,77	0	46	34	13,5	0	55	20	16,1	106	112	19,2	93,8	41,8	31,4	0,44
600	316	1,51	10,1	0	57	42	16,8	1	9	33	20,2	84,0	89,0	24	81,4	36,3	27,2	0,70
700	296	1,84	14,2	1	9	45	20,3	1	27	47	25,5	66,6	70,5	30	71,3	31,8	23,8	1,04
800	278	2,18	19,3	1	22	47	24,1	1	48	14	31,5	54,0	57,2	37	62,9	28,1	21,0	1,47
900	262	2,56	25,4	1	36	49	28,2	2	10	58	38,1	44,6	47,2	45	56,0	25,0	18,7	2,01
1000	248	2,95	32,6	1	51	54	32,6	2	36	4	45,4	37,4	39,6	54	50,1	22,3	16,8	2,67
1100	235	3,36	41,0	2	8	3	37,3	3	3	26	53,4	31,8	33,7	64	45,1	20,1	15,1	3,47
1200	224	3,80	50,7	2	25	17	42,3	3	33	20	62,1	27,4	29,0	75	40,9	18,2	13,7	4,43
1300	213	4,26	61,9	2	43	39	47,6	4	5	43	71,6	23,7	25,1	88	37,2	16,6	12,4	5,56
1400	204	4,74	74,7	3	3	9	53,3	4	40	33	81,8	20,8	22,0	104	33,9	15,1	11,3	6,89
1500	195	5,24	89,0	3	23	49	59,4	5	18	0	92,8	18,3	19,4	121	31,1	13,9	10,4	8,42
1600	187	5,76	105	3	45	40	65,7	5	57	50	104	16,3	17,2	138	28,6	12,8	9,6	10,2
1700	180	6,30	123	4	8	42	72,5	6	40	20	117	14,5	15,4	157	26,4	11,8	8,8	12,2
1800	173	6,87	143	4	32	59	79,6	7	25	30	130	13,0	13,8	177	24,5	10,9	8,2	14,5
1900	167	7,46	165	4	58	29	87,0	8	12	20	144	11,8	12,5	198	22,7	10,1	7,6	17,1
2000	161	8,07	190	5	25	10	94,9	9	2	20	159	10,7	11,3	220	21,2	9,4	7,1	20,0
2100	156	8,70	217	5	53	10	103	9	56	0	175	9,7	10,3		19,8	8,8	6,6	23,2
2200	151	9,35	246	6	22	30	112	10	50	20	191	8,9	9,4		18,5	8,2	6,2	26,9
2300	146	10,0	278	6	53	0	121	11	46	50	209	8,2	8,6		17,3	7,7	5,8	30,9
2400	141	10,7	312	7	24	50	130	12	47	10	227	7,5	7,9		16,3	7,3	5,4	35,3
2500	137	11,4	350	7	58	0	140	13	51	10	247	6,9	7,3		15,3	6,8	5,1	40,2

Tabelle 2.

Schusstafel des Nagant-Gewehres. (M. 86.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,20 mm; Zugtiefe = 0,10 mm; Drall-Länge = ca. 250 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,3 mm; Breite der Züge = 4,0 mm; Länge des Geschosses = 3,15 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,3 mm (zil.); Geschossgewicht = 15,6 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit verlöthetem Stahlmantel; Ladung = 3,7 gr unkomprimiertes grobkörniges Pulver RGP; Anfangsgeschwindigkeit = ca. 496 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,00 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,21 m; Länge der Patronenhülse = 53,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 10,0 gr; Länge der Patrone = 78,5 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 29,5 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,310 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0640 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 411; Maximaler Gasdruck = ca. 2300 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 381 m (auf 323 m Distanz und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 395 m (auf 336 m Distanz und für $h = 1,80$ m).

Schussdistanz	End- geschwindig- keit	Flugzeit	Fallraum	A b g a n g s w i n k e l				F a l l w i n k e l				Bestrichener Raum		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises	Lebendige Kraft des Geschosses	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m)
				0	'	"	‰	0	'	"	‰	m				weiches	hartes	
												h = 1,70 m	h = 1,80 m					
m	m	Sek.	m	0	'	"	‰	0	'	"	‰	h = 1,70 m	h = 1,80 m	cm	mkg	weiches	hartes	m
0	496	0	0	0				0				ganz	ganz	0	196	87,2	65,4	0
100	447	0,21	0,22	0	7	38	2,22	0	8	27	2,46	„	„	3,6	159	70,7	53,0	0,01
200	406	0,45	0,98	0	16	54	4,92	0	20	18	5,91	„	„	7,3	131	58,5	43,9	0,06
300	373	0,71	2,44	0	27	56	8,13	0	35	57	10,5	„	„	11,0	110	49,2	36,9	0,16
400	344	0,98	4,76	0	40	52	11,9	0	48	52	14,2	120	127	15,0	94,1	41,9	31,5	0,30
500	320	1,29	7,62	0	52	22	15,2	0	59	25	17,3	98,4	104	19,2	81,2	36,2	27,1	0,52
600	298	1,61	11,3	1	4	38	18,8	1	16	29	22,3	76,4	80,9	24	70,7	31,5	23,7	0,81
700	280	1,96	15,9	1	17	52	22,7	1	36	10	28,0	60,8	64,3	30	62,2	27,7	20,8	1,20
800	263	2,33	21,4	1	32	7	26,8	1	58	9	34,4	49,4	52,4	37	55,1	24,6	18,4	1,69
900	249	2,72	28,1	1	47	25	31,3	2	22	30	41,5	41,0	43,4	45	49,2	21,9	16,4	2,31
1000	236	3,13	36,0	2	3	48	36,0	2	49	17	49,3	34,5	36,5	54	44,2	19,7	14,8	3,06
1100	224	3,57	45,2	2	21	18	41,1	3	18	37	57,8	29,4	31,1	64	39,9	17,8	13,3	3,97
1200	213	4,02	55,9	2	39	57	46,6	3	50	22	67,1	25,3	26,8	75	36,2	16,1	12,1	5,06
1300	204	4,50	68,0	2	59	45	52,3	4	24	41	77,1	22,0	23,3	88	33,0	14,7	11,0	6,34
1400	195	5,01	81,8	3	20	45	58,5	5	1	50	88,0	19,3	20,5	104	30,2	13,4	10,1	7,83
1500	187	5,53	97,4	3	42	58	65,0	5	41	20	99,6	17,1	18,1	121	27,7	12,4	9,3	9,56
1600	179	6,08	115	4	6	24	71,8	6	23	20	112	15,2	16,1	138	25,5	11,4	8,5	11,5
1700	172	6,65	134	4	31	5	79,0	7	8	0	125	13,6	14,4	157	23,6	10,5	7,9	13,8
1800	166	7,24	156	4	57	1	86,6	7	56	10	139	12,2	12,9	177	21,9	9,8	7,3	16,4
1900	160	7,85	180	5	24	20	94,6	8	46	10	154	11,0	11,7	198	20,4	9,1	6,8	19,3
2000	155	8,49	206	5	52	50	103	9	37	50	170	10,0	10,6	220	19,0	8,5	6,4	22,5
2100	149	9,14	235	6	22	40	112	10	31	40	186	9,1	9,7		17,7	7,9	5,9	26,1
2200	145	9,83	266	6	53	40	121	11	29	10	203	8,4	8,9		16,6	7,4	5,6	30,2
2300	140	10,5	300	7	26	10	131	12	30	50	222	7,7	8,1		15,6	7,0	5,2	34,6
2400	136	11,3	337	8	0	0	141	13	30	40	240	7,1	7,5		14,7	6,5	4,9	39,6
2500	132	12,0	377	8	35	0	151	14	31	20	259	6,6	6,9		13,8	6,2	4,6	45,0

Tabelle 3.

Schusstafel des Dänischen Gewehres. (M. 87.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,20 mm; Zugtiefe = 0,10 mm; Drall-Länge = 300 mm; Anzahl der Züge = 6; Breite der Felder = 1,2 mm; Breite der Züge = 3,0 mm; Länge des Geschosses = 30,4 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,2 mm (zil.); Geschossgewicht = 15,5 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Kupfermantel; Ladung = 4,9 gr ordinäres komprimiertes Pulver; Durchmesser des Zündkanals = 3,5–5,5 mm; Anfangsgeschwindigkeit = 548 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss = 1,21 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,44 m; Länge der Patronenhülse = 58,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 12,3 gr; Länge der Patrone = 76,7 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 32,8 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,309 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0660 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 371; Maximaler Gasdruck = 1624 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 410 m (auf 348 m Distanz, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 421 m (auf 356 m Distanz, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m h = 1,70 m h = 1,80 m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				0	'	''	‰	0	'	''	‰					weiches	hartes	
0	548	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	237	34,0	25,5	0
100	488	0,19	0,18	0	6	20	1,84	0	7	5	2,06	„	„	3,6	188	45,0	33,7	0,01
200	440	0,41	0,82	0	14	10	4,12	0	17	17	5,03	„	„	7,3	153	46,8	35,1	0,05
300	400	0,65	2,06	0	23	37	6,87	0	31	1	9,02	„	„	11,0	127	43,5	32,6	0,13
400	367	0,91	4,05	0	34	51	10,1	0	44	38	13,0	131	139	15,0	107	37,5	28,1	0,25
500	340	1,19	6,68	0	45	56	13,4	0	55	38	16,2	105	111	19,2	91,1	32,2	24,2	0,43
600	315	1,50	9,97	0	57	6	16,6	1	9	56	20,3	83,5	88,5	24	78,6	28,0	21,0	0,68
700	295	1,83	14,1	1	9	15	20,1	1	28	42	25,8	65,9	69,7	30	68,6	24,8	18,6	1,01
800	276	2,18	19,2	1	22	27	24,0	1	49	46	31,9	53,2	56,4	37	60,4	22,3	16,7	1,44
900	260	2,55	25,3	1	36	42	28,1	2	13	8	38,7	43,9	46,5	45	53,5	20,3	15,2	1,97
1000	246	2,95	32,6	1	52	3	32,6	2	38	58	46,3	36,7	38,9	54	47,8	18,5	13,9	2,63
1100	233	3,36	41,1	2	8	31	37,4	3	7	22	54,6	31,2	33,0	64	42,9	16,9	12,7	3,43
1200	222	3,80	51,0	2	26	9	42,5	3	38	19	63,6	26,7	28,3	75	38,8	15,4	11,6	4,38
1300	211	4,27	62,4	2	44	57	48,0	4	11	52	73,4	23,2	24,5	88	35,2	14,1	10,6	5,52
1400	202	4,75	75,4	3	4	58	53,9	4	48	5	84,0	20,2	21,4	104	32,1	13,0	9,8	6,84
1500	193	5,26	90,1	3	26	12	60,1	5	27	0	95,4	17,8	18,9	121	29,4	12,0	9,0	8,38
1600	185	5,79	107	3	48	42	66,6	6	8	40	108	15,8	16,7	138	27,0	11,1	8,3	10,2
1700	177	6,34	125	4	12	28	73,6	6	52	50	121	14,1	14,9	157	24,9	10,4	7,8	12,2
1800	171	6,92	146	4	37	30	80,9	7	39	30	134	12,6	13,4	177	23,0	9,8	7,4	14,5
1900	164	7,51	168	5	3	50	88,6	8	29	20	149	11,4	12,1	198	21,3	9,3	7,0	17,1
2000	159	8,13	193	5	31	30	96,7	9	21	40	165	10,3	10,9	220	19,9	8,8	6,6	20,0
2100	153	8,77	221	6	0	30	105	10	16	20	181	9,4	9,9		18,5	8,3	6,2	23,3
2200	148	9,44	251	6	30	50	114	11	15	10	199	8,5	9,0		17,3	7,8	5,8	27,0
2300	143	10,1	284	7	2	40	124	12	14	20	217	7,8	8,3		16,2	7,3	5,5	31,1
2400	139	10,8	320	7	35	40	133	13	13	40	235	7,2	7,7		15,2	6,8	5,1	35,6
2500	135	11,6	359	8	10	0	144	14	13	30	254	6,7	7,1		14,3	6,4	4,8	40,5

The following table shows the results of the experiments conducted on the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, 7th, 8th, 9th, 10th, 11th, 12th, 13th, 14th, 15th, 16th, 17th, 18th, 19th, 20th, 21st, 22nd, 23rd, 24th, 25th, 26th, 27th, 28th, 29th, 30th, 31st, 32nd, 33rd, 34th, 35th, 36th, 37th, 38th, 39th, 40th, 41st, 42nd, 43rd, 44th, 45th, 46th, 47th, 48th, 49th, 50th, 51st, 52nd, 53rd, 54th, 55th, 56th, 57th, 58th, 59th, 60th, 61st, 62nd, 63rd, 64th, 65th, 66th, 67th, 68th, 69th, 70th, 71st, 72nd, 73rd, 74th, 75th, 76th, 77th, 78th, 79th, 80th, 81st, 82nd, 83rd, 84th, 85th, 86th, 87th, 88th, 89th, 90th, 91st, 92nd, 93rd, 94th, 95th, 96th, 97th, 98th, 99th, 100th.

Experiment No.				Results			
Date				Time			
Temperature				Pressure			
Humidity				Wind			
Direction				Speed			
Observations				Remarks			
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112
113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128
129	130	131	132	133	134	135	136
137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152
153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176
177	178	179	180	181	182	183	184
185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208
209	210	211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222	223	224
225	226	227	228	229	230	231	232
233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248
249	250	251	252	253	254	255	256
257	258	259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270	271	272
273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294	295	296
297	298	299	300	301	302	303	304
305	306	307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328
329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344
345	346	347	348	349	350	351	352
353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368
369	370	371	372	373	374	375	376
377	378	379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390	391	392
393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416
417	418	419	420	421	422	423	424
425	426	427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448
449	450	451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462	463	464
465	466	467	468	469	470	471	472
473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488
489	490	491	492	493	494	495	496
497	498	499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510	511	512
513	514	515	516	517	518	519	520
521	522	523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534	535	536
537	538	539	540	541	542	543	544
545	546	547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558	559	560
561	562	563	564	565	566	567	568
569	570	571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582	583	584
585	586	587	588	589	590	591	592
593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608
609	610	611	612	613	614	615	616
617	618	619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630	631	632
633	634	635	636	637	638	639	640
641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656
657	658	659	660	661	662	663	664
665	666	667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678	679	680
681	682	683	684	685	686	687	688
689	690	691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702	703	704
705	706	707	708	709	710	711	712
713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728
729	730	731	732	733	734	735	736
737	738	739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750	751	752
753	754	755	756	757	758	759	760
761	762	763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774	775	776
777	778	779	780	781	782	783	784
785	786	787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798	799	800
801	802	803	804	805	806	807	808
809	810	811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822	823	824
825	826	827	828	829	830	831	832
833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848
849	850	851	852	853	854	855	856
857	858	859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870	871	872
873	874	875	876	877	878	879	880
881	882	883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894	895	896
897	898	899	900	901	902	903	904
905	906	907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918	919	920
921	922	923	924	925	926	927	928
929	930	931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942	943	944
945	946	947	948	949	950	951	952
953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968
969	970	971	972	973	974	975	976
977	978	979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990	991	992
993	994	995	996	997	998	999	1000

Tabelle 4.

Schusstafel des Oesterreichischen Mannlicher-Gewehres. (M. 88.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,40 mm; Zugtiefe = 0,20 mm; Drall-Länge = 250 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,1 mm; Breite der Züge = 4,2 mm; Länge des Geschosses = 31,8 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,2–8,0 mm; Geschossgewicht = 15,8 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel; Ladung = 4,0 gr unkomprimiertes grobkörniges Schwarzpulver; Anfangsgeschwindigkeit = 529 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,15 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,38 m; Länge der Patronenhülse = 50,2 mm; Gewicht der Patronenhülse = 9,0 gr; Länge der Patrone = 76,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 28,9 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,314 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0646 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 413; Maximaler Gasdruck = 2300 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 397 m (auf 340 m Distanz und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 409 m (auf 348 m Distanz, und für $h = 1,80$ m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	A b g a n g s w i n k e l				F a l l w i n k e l				Bestrichener Raum		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				o	'	''	‰	o	'	''	‰	 h = 1,70 m	 h = 1,80 m			weiches	hartes	
0	529	0	0	0			0	0			ganz	ganz	0	225	95,7	71,8	0	
100	471	0,20	0,20	0	6	48	1,98	0	7	37	2,21	„	„	3,6	179	75,8	56,9	0,01
200	424	0,42	0,89	0	15	13	4,43	0	18	36	5,41	„	„	7,3	145	61,5	46,2	0,06
300	386	0,67	2,22	0	25	24	7,39	0	33	25	9,72	„	„	11,0	120	50,9	38,2	0,14
400	354	0,94	4,36	0	37	30	10,9	0	47	6	13,7	124	131	15,0	101	42,9	32,1	0,28
500	327	1,24	7,12	0	48	57	14,2	0	58	17	17,0	100	106	19,2	86,1	36,6	27,4	0,47
600	304	1,55	10,6	1	0	49	17,7	1	14	20	21,6	78,6	83,2	24	74,3	31,6	23,7	0,75
700	284	1,90	15,0	1	13	44	21,5	1	34	15	27,4	62,0	65,6	30	64,8	27,5	20,6	1,11
800	266	2,26	20,4	1	27	45	25,5	1	56	34	33,9	50,1	53,1	37	57,0	24,2	18,2	1,58
900	250	2,65	26,9	1	42	53	29,9	2	21	18	41,1	41,3	43,8	45	50,5	21,5	16,1	2,17
1000	237	3,06	34,7	1	59	10	34,7	2	48	42	49,1	34,6	36,7	54	45,1	19,1	14,4	2,90
1100	224	3,49	43,7	2	16	39	39,8	3	18	48	57,9	29,4	31,1	64	40,5	17,2	12,9	3,78
1200	213	3,95	54,3	2	35	21	45,2	3	51	33	67,5	25,2	26,7	75	36,5	15,5	11,6	4,83
1300	203	4,43	66,3	2	55	18	51,0	4	27	3	77,8	21,8	23,1	88	33,2	14,1	10,6	6,08
1400	194	4,94	80,1	3	16	31	57,2	5	5	20	89,1	19,1	20,2	104	30,2	12,8	9,6	7,55
1500	185	5,46	95,7	3	39	2	63,8	5	46	20	101	16,8	17,8	121	27,7	11,8	8,8	9,25
1600	178	6,02	113	4	2	51	70,8	6	30	20	114	14,9	15,8	138	25,4	10,8	8,1	11,2
1700	171	6,59	133	4	28	2	78,1	7	17	10	128	13,3	14,1	157	23,4	10,0	7,5	13,4
1800	164	7,19	155	4	54	33	85,9	8	7	0	143	11,9	12,6	177	21,7	9,2	6,9	16,0
1900	158	7,81	179	5	22	30	94,1	8	58	10	158	10,8	11,4	198	20,1	8,5	6,4	18,9
2000	152	8,45	205	5	51	40	103	9	52	30	174	9,8	10,3	220	18,7	7,9	6,0	22,1
2100	147	9,12	235	6	22	20	112	10	51	50	192	8,9	9,4		17,4	7,4	5,6	25,8
2200	142	9,81	267	6	54	30	121	11	52	0	210	8,1	8,6		16,3	6,9	5,2	29,8
2300	138	10,5	301	7	28	0	131	12	52	40	229	7,4	7,9		15,3	6,5	4,9	34,3
2400	133	11,3	339	8	2	50	141	13	59	0	249	6,8	7,2		14,3	6,1	4,6	39,3
2500	129	12,0	381	8	39	20	152	15	4	50	269	6,3	6,7		13,5	5,7	4,3	44,8

Table 1

This table shows the results of the experiment. The first column is the number of trials, the second column is the number of successes, the third column is the probability of success, and the fourth column is the standard deviation. The data is as follows:

Trials	Successes	Probability	Standard Deviation
10	5	0.50	0.22
20	10	0.50	0.22
30	15	0.50	0.22
40	20	0.50	0.22
50	25	0.50	0.22
60	30	0.50	0.22
70	35	0.50	0.22
80	40	0.50	0.22
90	45	0.50	0.22
100	50	0.50	0.22
110	55	0.50	0.22
120	60	0.50	0.22
130	65	0.50	0.22
140	70	0.50	0.22
150	75	0.50	0.22
160	80	0.50	0.22
170	85	0.50	0.22
180	90	0.50	0.22
190	95	0.50	0.22
200	100	0.50	0.22

Tabelle 5.

Schusstafel des Rubin-Gewehres. (M. 86.)

Kaliber = 7,50 mm; Lauf in den Zügen = 7,70 mm; Zugtiefe = 0,10 mm; Drall-Länge = 270 mm; Anzahl der Züge = 3; Breite der Felder = 3,9 mm; Breite der Züge = 3,9 mm; Länge des Geschosses = 30,4 mm; Durchmesser des Geschosses = 7,9—7,7 mm; Geschossgewicht = 14,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Kupfermantel; Ladung = 4,5 gr komprimiertes ordinäres Pulver; Anfangsgeschwindigkeit = 551 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,00 kg; Rückstoss = 1,07 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,30 m; Länge der Patronenhülse = 53,6 mm; Gewicht der Patronenhülse = 9,2 gr; Länge der Patrone = 78,2 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 28,8 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,317 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0611 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 459; Maximaler Gasdruck = 2250 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 417 m (auf 354 m Distanz, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 426 m (auf 360 m Distanz, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				o	'	"	‰	o	'	"	‰	h = 1,70 m	h = 1,80 m			weiches	hartes	
0	551	0	0	0			0	0			0	ganz	ganz	0	217	35,0	26,2	0
100	493	0,19	0,18	0	6	13	1,81	0	6	56	2,01	„	„	3,6	174	46,4	34,8	0,01
200	447	0,41	0,81	0	13	51	4,03	0	16	47	4,88	„	„	7,3	142	48,6	36,4	0,05
300	408	0,64	2,01	0	23	0	6,69	0	29	54	8,70	„	„	11,0	119	45,4	34,1	0,13
400	376	0,90	3,93	0	33	47	9,83	0	42	52	12,5	136	144	15,0	101	39,2	29,4	0,26
500	348	1,17	6,46	0	44	26	12,9	0	52	47	15,4	111	117	19,2	86,5	34,5	25,9	0,45
600	324	1,47	9,58	0	54	54	16,0	1	5	33	19,1	89,2	94,4	24	75,0	30,4	22,8	0,71
700	303	1,79	13,5	1	6	13	19,3	1	22	18	23,9	71,0	75,2	30	65,7	27,0	20,3	1,05
800	285	2,13	18,3	1	18	25	22,8	1	41	18	29,5	57,7	61,1	37	58,0	24,2	18,2	1,48
900	269	2,49	24,0	1	31	33	26,6	2	2	21	35,6	47,7	50,6	45	51,6	21,8	16,4	2,03
1000	254	2,87	30,7	1	45	37	30,7	2	25	30	42,4	40,1	42,5	54	46,2	19,8	14,9	2,70
1100	241	3,28	38,6	2	0	40	35,1	2	50	55	49,8	34,2	36,2	64	41,6	18,1	13,6	3,51
1200	230	3,70	47,7	2	16	43	39,8	3	18	29	57,8	29,4	31,1	75	37,6	16,7	12,5	4,48
1300	219	4,15	58,2	2	33	47	44,8	3	48	15	66,5	25,6	27,1	88	34,2	15,5	11,6	5,63
1400	209	4,61	70,1	2	51	53	50,0	4	20	23	75,9	22,4	23,7	104	31,3	14,4	10,8	6,97
1500	200	5,10	83,4	3	11	3	55,6	4	54	47	86,0	19,8	20,9	121	28,7	13,4	10,1	8,52
1600	192	5,61	98,5	3	31	17	61,5	5	31	30	96,7	17,6	18,6	138	26,4	12,6	9,5	10,3
1700	185	6,14	115	3	52	37	67,8	6	10	40	108	15,7	16,6	157	24,4	11,9	9,0	12,4
1800	178	6,70	134	4	15	4	74,3	6	52	10	120	14,1	14,9	177	22,6	11,2	8,4	14,7
1900	171	7,27	154	4	38	38	81,2	7	35	50	133	12,7	13,5	198	21,0	10,5	7,9	17,3
2000	165	7,86	177	5	3	20	88,5	8	21	50	147	11,6	12,2	220	19,5	9,9	7,4	20,2
2100	160	8,48	202	5	29	10	96,0	9	10	0	161	10,5	11,2		18,2	9,3	7,0	23,5
2200	155	9,11	229	5	56	10	104	10	0	40	177	9,6	10,2		17,0	8,7	6,5	27,2
2300	150	9,77	258	6	24	20	112	10	53	20	192	8,8	9,4		16,0	8,1	6,1	31,3
2400	145	10,5	290	6	53	40	121	11	47	50	209	8,1	8,6		15,0	7,6	5,7	35,7
2500	141	11,2	325	7	24	10	130	12	44	20	226	7,5	8,0		14,1	7,1	5,3	40,7

The following table shows the results of the experiments conducted on the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, 7th, 8th, 9th, 10th, 11th, 12th, 13th, 14th, 15th, 16th, 17th, 18th, 19th, 20th, 21st, 22nd, 23rd, 24th, 25th, 26th, 27th, 28th, 29th, 30th, 31st, 32nd, 33rd, 34th, 35th, 36th, 37th, 38th, 39th, 40th, 41st, 42nd, 43rd, 44th, 45th, 46th, 47th, 48th, 49th, 50th, 51st, 52nd, 53rd, 54th, 55th, 56th, 57th, 58th, 59th, 60th, 61st, 62nd, 63rd, 64th, 65th, 66th, 67th, 68th, 69th, 70th, 71st, 72nd, 73rd, 74th, 75th, 76th, 77th, 78th, 79th, 80th, 81st, 82nd, 83rd, 84th, 85th, 86th, 87th, 88th, 89th, 90th, 91st, 92nd, 93rd, 94th, 95th, 96th, 97th, 98th, 99th, 100th.

Time	Temperature	Pressure	Volume	Weight
1.00	100.0	1.00	1.00	1.00
1.05	100.5	1.01	1.01	1.01
1.10	101.0	1.02	1.02	1.02
1.15	101.5	1.03	1.03	1.03
1.20	102.0	1.04	1.04	1.04
1.25	102.5	1.05	1.05	1.05
1.30	103.0	1.06	1.06	1.06
1.35	103.5	1.07	1.07	1.07
1.40	104.0	1.08	1.08	1.08
1.45	104.5	1.09	1.09	1.09
1.50	105.0	1.10	1.10	1.10
1.55	105.5	1.11	1.11	1.11
2.00	106.0	1.12	1.12	1.12
2.05	106.5	1.13	1.13	1.13
2.10	107.0	1.14	1.14	1.14
2.15	107.5	1.15	1.15	1.15
2.20	108.0	1.16	1.16	1.16
2.25	108.5	1.17	1.17	1.17
2.30	109.0	1.18	1.18	1.18
2.35	109.5	1.19	1.19	1.19
2.40	110.0	1.20	1.20	1.20
2.45	110.5	1.21	1.21	1.21
2.50	111.0	1.22	1.22	1.22
2.55	111.5	1.23	1.23	1.23
3.00	112.0	1.24	1.24	1.24
3.05	112.5	1.25	1.25	1.25
3.10	113.0	1.26	1.26	1.26
3.15	113.5	1.27	1.27	1.27
3.20	114.0	1.28	1.28	1.28
3.25	114.5	1.29	1.29	1.29
3.30	115.0	1.30	1.30	1.30
3.35	115.5	1.31	1.31	1.31
3.40	116.0	1.32	1.32	1.32
3.45	116.5	1.33	1.33	1.33
3.50	117.0	1.34	1.34	1.34
3.55	117.5	1.35	1.35	1.35
4.00	118.0	1.36	1.36	1.36
4.05	118.5	1.37	1.37	1.37
4.10	119.0	1.38	1.38	1.38
4.15	119.5	1.39	1.39	1.39
4.20	120.0	1.40	1.40	1.40
4.25	120.5	1.41	1.41	1.41
4.30	121.0	1.42	1.42	1.42
4.35	121.5	1.43	1.43	1.43
4.40	122.0	1.44	1.44	1.44
4.45	122.5	1.45	1.45	1.45
4.50	123.0	1.46	1.46	1.46
4.55	123.5	1.47	1.47	1.47
5.00	124.0	1.48	1.48	1.48
5.05	124.5	1.49	1.49	1.49
5.10	125.0	1.50	1.50	1.50
5.15	125.5	1.51	1.51	1.51
5.20	126.0	1.52	1.52	1.52
5.25	126.5	1.53	1.53	1.53
5.30	127.0	1.54	1.54	1.54
5.35	127.5	1.55	1.55	1.55
5.40	128.0	1.56	1.56	1.56
5.45	128.5	1.57	1.57	1.57
5.50	129.0	1.58	1.58	1.58
5.55	129.5	1.59	1.59	1.59
6.00	130.0	1.60	1.60	1.60
6.05	130.5	1.61	1.61	1.61
6.10	131.0	1.62	1.62	1.62
6.15	131.5	1.63	1.63	1.63
6.20	132.0	1.64	1.64	1.64
6.25	132.5	1.65	1.65	1.65
6.30	133.0	1.66	1.66	1.66
6.35	133.5	1.67	1.67	1.67
6.40	134.0	1.68	1.68	1.68
6.45	134.5	1.69	1.69	1.69
6.50	135.0	1.70	1.70	1.70
6.55	135.5	1.71	1.71	1.71
7.00	136.0	1.72	1.72	1.72
7.05	136.5	1.73	1.73	1.73
7.10	137.0	1.74	1.74	1.74
7.15	137.5	1.75	1.75	1.75
7.20	138.0	1.76	1.76	1.76
7.25	138.5	1.77	1.77	1.77
7.30	139.0	1.78	1.78	1.78
7.35	139.5	1.79	1.79	1.79
7.40	140.0	1.80	1.80	1.80
7.45	140.5	1.81	1.81	1.81
7.50	141.0	1.82	1.82	1.82
7.55	141.5	1.83	1.83	1.83
8.00	142.0	1.84	1.84	1.84
8.05	142.5	1.85	1.85	1.85
8.10	143.0	1.86	1.86	1.86
8.15	143.5	1.87	1.87	1.87
8.20	144.0	1.88	1.88	1.88
8.25	144.5	1.89	1.89	1.89
8.30	145.0	1.90	1.90	1.90
8.35	145.5	1.91	1.91	1.91
8.40	146.0	1.92	1.92	1.92
8.45	146.5	1.93	1.93	1.93
8.50	147.0	1.94	1.94	1.94
8.55	147.5	1.95	1.95	1.95
9.00	148.0	1.96	1.96	1.96
9.05	148.5	1.97	1.97	1.97
9.10	149.0	1.98	1.98	1.98
9.15	149.5	1.99	1.99	1.99
9.20	150.0	2.00	2.00	2.00

Tabelle 6.

Schusstafel des Hebler-Gewehres. (M. 87.)

Kaliber = 7,50 mm; Lauf in den Zügen = 7,80 mm; Zugtiefe = 0,15 mm; Drall-Länge = 240 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,0 mm; Breite der Züge = 3,9 mm; Länge des Geschosses = 30,0 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,0–7,7 mm; Geschossgewicht = 14,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel; Ladung = 4,0 gr komprimiertes Pulver; Anfangsgeschwindigkeit = 600 m; Durchmesser des Zündkanals = 3,6–5,0 mm; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,22 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,45 m; Länge der Patronenhülse = 53,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 7,2 gr; Länge der Patrone = 75,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 25,3 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,317 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0611 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 559; Maximaler Gasdruck = 2750 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 433 m (auf 368 m Distanz, und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 446 m (auf 376 m Distanz, und für $h = 1,80$ m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes ($v = 5$ m) m
				0	'	''	‰	0	'	''	‰	$h = 1,70$ m	$h = 1,80$ m			weiches	hartes	
0	600	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	257	127	94,9	0
100	530	0,18	0,15	0	5	19	1,55	0	5	60	1,74	„	„	3,6	201	98,9	74,2	0,01
200	475	0,38	0,70	0	11	59	3,49	0	14	49	4,31	„	„	7,3	161	79,4	59,6	0,05
300	430	0,60	1,76	0	20	8	5,86	0	26	49	7,80	„	„	11,0	132	65,1	48,9	0,12
400	393	0,84	3,48	0	29	52	8,69	0	40	12	11,7	145	154	15,0	110	54,4	40,8	0,23
500	362	1,11	5,85	0	40	14	11,7	0	50	30	14,7	116	123	19,2	93,6	46,1	34,6	0,40
600	336	1,39	8,74	0	50	4	14,6	1	1	36	17,9	94,9	101	24	80,4	39,6	29,7	0,64
700	313	1,70	12,4	1	0	46	17,7	1	18	9	22,7	74,8	79,2	30	69,8	34,4	25,8	0,95
800	293	2,03	16,9	1	12	24	21,1	1	36	51	28,2	60,3	63,9	37	61,1	30,1	22,6	1,35
900	275	2,39	22,3	1	24	59	24,7	1	57	38	34,2	49,7	52,6	45	54,0	26,6	19,9	1,86
1000	259	2,76	28,7	1	38	33	28,7	2	20	36	40,9	41,5	44,0	54	48,0	23,7	17,7	2,49
1100	245	3,16	36,2	1	53	7	32,9	2	45	42	48,2	35,2	37,3	64	43,0	21,2	15,9	3,26
1200	233	3,58	44,9	2	8	42	37,5	3	13	24	56,3	30,2	32,0	75	38,7	19,1	14,3	4,18
1300	222	4,02	55,0	2	25	23	42,3	3	43	24	65,1	26,1	27,7	88	35,1	17,3	13,0	5,28
1400	211	4,48	66,5	2	43	7	47,5	4	15	30	74,5	22,8	24,2	104	31,9	15,7	11,8	6,56
1500	202	4,96	79,5	3	1	57	53,0	4	50	12	84,6	20,1	21,3	121	29,1	14,4	10,8	8,06
1600	194	5,47	94,1	3	21	54	58,8	5	27	20	95,5	17,8	18,9	138	26,7	13,2	9,9	9,78
1700	186	6,00	110	3	42	59	65,0	6	6	50	107	15,9	16,8	157	24,6	12,1	9,1	11,8
1800	178	6,54	129	4	5	13	71,5	6	49	0	120	14,2	15,1	177	22,7	11,2	8,4	14,0
1900	172	7,12	149	4	28	38	78,3	7	33	10	133	12,8	13,6	198	21,0	10,4	7,8	16,6
2000	165	7,71	171	4	53	12	85,5	8	20	10	147	11,6	12,3	220	19,5	9,6	7,2	19,5
2100	160	8,32	195	5	19	0	93,1	9	9	40	161	10,5	11,2		18,2	9,0	6,7	22,7
2200	154	8,96	222	5	46	0	101	10	0	40	177	9,6	10,2		17,0	8,4	6,3	26,3
2300	149	9,62	251	6	14	10	109	10	55	10	193	8,8	9,3		15,9	7,8	5,9	30,3
2400	145	10,3	283	6	43	40	118	11	49	50	209	8,1	8,6		14,9	7,3	5,5	34,7
2500	140	11,0	317	7	14	10	127	12	48	20	227	7,5	7,9		14,0	6,9	5,2	39,6

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1850-1900
CHICAGO, ILL.

DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	BALANCE
1850			
1851			
1852			
1853			
1854			
1855			
1856			
1857			
1858			
1859			
1860			
1861			
1862			
1863			
1864			
1865			
1866			
1867			
1868			
1869			
1870			
1871			
1872			
1873			
1874			
1875			
1876			
1877			
1878			
1879			
1880			
1881			
1882			
1883			
1884			
1885			
1886			
1887			
1888			
1889			
1890			
1891			
1892			
1893			
1894			
1895			
1896			
1897			
1898			
1899			
1900			

Tabelle 7.

Schusstafeln der Gewehre kleinsten Kalibers (Schwarzpulver), und des 11 mm Mauser-Gewehres. (M. 71.)

Es bedeutet: *r* Radius des 50-prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz, in Centimetern. *v* Endgeschwindigkeit, in Metern. *B* Länge des bestrichenen Raumes, in Metern, für 1,7 m Zielhöhe. *D* Durchschlagskraft, gegen weiches Tannenholz, in Centimetern. *s* seitliche Abweichung am Ziel, in Metern, infolge eines Seitenwindes von 5 m Geschwindigkeit.

Sistem und Land ==	Mauser. Deutschland. M. 71.				Kropatschek. Portugal. M. 86.				Nagant. M. 86.				Dänemark. M. 87.				Mannlicher. Oesterreich. M. 88.				Rubin. M. 86.				Hebler. M. 87.			
Kaliber	11,0				8,0				8,0				8,0				8,0				7,5				7,5			
Querschnittsbelastung . .	0,263				0,318				0,310				0,309				0,314				0,317				0,317			
Gewicht der Patrone . .	42,8				35,4				29,5				32,8				28,9				28,8				25,3			
Auf 3,44 kg gehen Patronen	80				97				116				105				119				119				136			
Gewicht des Gewehres . .	4,5				4,0				4,0				4,0				4,0				4,0				4,0			
Rückstoss.	1,58				1,25				1,00				1,21				1,15				1,07				1,22			
Max. des bestr. Raumes (<i>h</i> = 1,7 m)	334				408				381				410				397				417				433			
<i>r</i> (auf 800 Meter)	95				37				37				37				37				37				37			
Güte des Systems . .	100				362				411				371				413				459				559			
Schussdistanz.	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>
0	440	ganz	24,0	0	537	ganz	105	0	496	ganz	87,2	0	548	ganz	34,0	0	529	ganz	95,7	0	551	ganz	35,0	0	600	ganz	127	0
100	384	„	23,7	0,01	481	„	84,1	0,01	447	„	70,7	0,01	488	„	45,0	0,01	471	„	75,8	0,01	493	„	46,4	0,01	530	„	98,9	0,01
200	341	„	23,2	0,06	435	„	68,9	0,05	406	„	58,5	0,06	440	„	46,8	0,05	424	„	61,5	0,06	447	„	48,6	0,05	475	„	79,4	0,05
300	307	117	22,4	0,15	398	„	57,5	0,13	373	„	49,2	0,16	400	„	43,5	0,13	386	„	50,9	0,14	408	„	45,4	0,13	430	„	65,1	0,12
400	278	81,8	21,4	0,30	366	131	48,8	0,26	344	120	41,9	0,30	367	131	37,5	0,25	354	124	42,9	0,28	376	136	39,2	0,26	393	145	54,4	0,23
500	255	60,6	20,1	0,52	339	106	41,8	0,44	320	98,4	36,2	0,52	340	105	32,2	0,43	327	100	36,6	0,47	348	111	34,5	0,45	362	116	46,1	0,40
600	235	45,3	18,6	0,83	316	84,0	36,3	0,70	298	76,4	31,5	0,81	315	83,5	28,0	0,68	304	78,6	31,6	0,75	324	89,2	30,4	0,71	336	94,9	39,6	0,64
700	218	35,0	16,9	1,24	296	66,6	31,8	1,04	280	60,8	27,7	1,20	295	65,9	24,8	1,01	284	62,0	27,5	1,11	303	71,0	27,0	1,05	313	74,8	34,4	0,95
800	204	27,8	15,0	1,78	278	54,0	28,1	1,47	263	49,4	24,6	1,69	276	53,2	22,3	1,44	266	50,1	24,2	1,58	285	57,7	24,2	1,48	293	60,3	30,1	1,35
900	191	22,6	12,9	2,47	262	44,6	25,0	2,01	249	41,0	21,9	2,31	260	43,9	20,3	1,97	250	41,3	21,5	2,17	269	47,7	21,8	2,03	275	49,7	26,6	1,86
1000	180	18,6	11,1	3,32	248	37,4	22,3	2,67	236	34,5	19,7	3,06	246	36,7	18,5	2,63	237	34,6	19,1	2,90	254	40,1	19,8	2,70	259	41,5	23,7	2,49
1100	169	15,6	9,6	4,36	235	31,8	20,1	3,47	224	29,4	17,8	3,97	233	31,2	16,9	3,43	224	29,4	17,2	3,78	241	34,2	18,1	3,51	245	35,2	21,2	3,26
1200	160	13,2	8,5	5,62	224	27,4	18,2	4,43	213	25,3	16,1	5,06	222	26,7	15,4	4,38	213	25,2	15,5	4,83	230	29,4	16,7	4,48	233	30,2	19,1	4,18
1300	152	11,3	7,4	7,12	213	23,7	16,6	5,56	204	22,0	14,7	6,34	211	23,2	14,1	5,52	203	21,8	14,1	6,08	219	25,6	15,5	5,63	222	26,1	17,3	5,28
1400	145	9,8	6,6	8,89	204	20,8	15,1	6,89	195	19,3	13,4	7,83	202	20,2	13,0	6,84	194	19,1	12,8	7,55	209	22,4	14,4	6,97	211	22,8	15,7	6,56
1500	138	8,6	6,0	10,9	195	18,3	13,9	8,42	187	17,1	12,4	9,56	193	17,8	12,0	8,38	185	16,8	11,8	9,25	200	19,8	13,4	8,52	202	20,1	14,4	8,06
1600	132	7,5	5,5	13,3	187	16,3	12,8	10,2	179	15,2	11,4	11,5	185	15,8	11,1	10,2	178	14,9	10,8	11,2	192	17,6	12,6	10,3	194	17,8	13,2	9,78
1700					180	14,5	11,8	12,2	172	13,6	10,5	13,8	177	14,1	10,4	12,2	171	13,3	10,0	13,4	185	15,7	11,9	12,4	186	15,9	12,1	11,8
1800					173	13,0	10,9	14,5	166	12,2	9,8	16,4	171	12,6	9,8	14,5	164	11,9	9,2	16,0	178	14,1	11,2	14,7	178	14,2	11,2	14,0
1900					167	11,8	10,1	17,1	160	11,0	9,1	19,3	164	11,4	9,3	17,1	158	10,8	8,5	18,9	171	12,7	10,5	17,3	172	12,8	10,4	16,6
2000					161	10,7	9,4	20,0	155	10,0	8,5	22,5	159	10,3	8,8	20,0	152	9,8	7,9	22,1	165	11,6	9,9	20,2	165	11,6	9,6	19,5
2100					156	9,7	8,8	23,2	149	9,1	7,9	26,1	153	9,4	8,3	23,3	147	8,9	7,4	25,8	160	10,5	9,3	23,5	160	10,5	9,0	22,7
2200					151	8,9	8,2	26,9	145	8,4	7,4	30,2	148	8,5	7,8	27,0	142	8,1	6,9	29,8	155	9,6	8,7	27,2	154	9,6	8,4	26,3
2300					146	8,2	7,7	30,9	140	7,7	7,0	34,6	143	7,8	7,3	31,1	138	7,4	6,5	34,3	150	8,8	8,1	31,3	149	8,8	7,8	30,3
2400					141	7,5	7,3	35,3	136	7,1	6,5	39,6	139	7,2	6,8	35,6	133	6,8	6,1	39,3	145	8,1	7,6	35,7	145	8,1	7,3	34,7
2500					137	6,9	6,8	40,2	132	6,6	6,2	45,0	135	6,7	6,4	40,5	129	6,3	5,7	44,8	141	7,5	7,1	40,7	140	7,5	6,9	39,6

Die Schusstafeln, der Rückstoss, sowie auch die „Güte“, sind nach den Formeln in meinem Buche: „Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr“ berechnet. 1 cbm Luft = 1,226 kg.

Tabelle 8.

Schusstafel des 11 mm Mauser-Gewehres. (M. 71.)

Kaliber = 11,00 mm; Lauf in den Zügen = 11,60 mm; Zugtiefe = 0,30 mm; Drall-Länge = 550 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 4,3 mm; Breite der Züge = 4,3 mm; Länge des Geschosses = 27,5 mm; Durchmesser des Geschosses = 11,00 mm; Geschossgewicht = 25,0 gr; Geschossmaterial: Weichblei (mit Papierhülle); Ladung = 5,0 gr; Anfangsgeschwindigkeit = 440 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,5 kg; Rückstoss = 1,58 mkg; Länge der Patronenhülse = 60 mm; Gewicht der Patronenhülse = 12,2 gr; Länge der Patrone = 78 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 42,8 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,263 gr pro 1 □mm des Kaliberquerschnittes; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0926 gr pro 1 □mm des Längenschnittes; Maximum des bestrichenen Raumes = 334 m (auf die Distanz 284 m, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 339 m (auf die Distanz 288 m, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	A b g a n g s w i n k e l				F a l l w i n k e l				Bestrichener Raum		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz cm	Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				o	'	''	o/oo	o	'	''	o/oo	^m h = 1,70 m	h = 1,80 m				
0	440	0	0	0			0	0			ganz	ganz	0	247	24,0	0	
100	384	0,24	0,29	0	10	1	2,91	0	11	25	3,32	„	„	7	188	23,7	0,01
200	341	0,52	1,33	0	22	50	6,64	0	28	43	8,35	„	„	14	148	23,2	0,06
300	307	0,83	3,38	0	38	44	11,3	0	50	9	14,6	117	123	21	120	22,4	0,15
400	278	1,17	6,55	0	56	16	16,4	1	11	26	20,8	81,8	86,6	30	98,8	21,4	0,30
500	255	1,55	10,8	1	14	27	21,7	1	36	21	28,0	60,6	64,2	41	82,8	20,1	0,52
600	235	1,96	16,6	1	34	49	27,6	2	8	57	37,5	45,3	48,0	55	70,5	18,6	0,83
700	218	2,40	23,9	1	57	27	34,2	2	46	43	48,5	35,0	37,1	73	60,7	16,9	1,24
800	204	2,87	33,2	2	22	29	41,5	3	29	57	61,1	27,8	29,4	95	52,8	15,0	1,78
900	191	3,38	44,5	2	50	0	49,5	4	18	31	75,3	22,6	23,9	121	46,4	12,9	2,47
1000	180	3,92	58,3	3	20	2	58,3	5	13	20	91,4	18,6	19,7	158	41,1	11,1	3,32
1100	169	4,50	74,6	3	52	49	67,8	6	13	50	109	15,6	16,5	202	36,6	9,6	4,36
1200	160	5,10	93,8	4	28	15	78,2	7	19	50	129	13,2	14,0	256	32,8	8,5	5,62
1300	152	5,74	116	5	6	30	89,4	8	31	20	150	11,3	12,0	321	29,6	7,4	7,12
1400	145	6,41	142	5	47	30	101	9	49	20	173	9,8	10,4	403	26,8	6,6	8,89
1500	138	7,12	172	6	31	30	114	11	12	40	198	8,6	9,1	502	24,4	6,0	10,9
1600	132	7,86	205	7	18	20	128	12	41	20	225	7,5	8,0	624	22,4	5,5	13,3

Tabelle 9.

Schusstafel des Französischen Lebel-Gewehres. (M. 86.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,30 mm; Zugtiefe = 0,15 mm; Drall-Länge = 240 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,1 mm; Breite der Züge = 4,2 mm; Länge des Geschosses = 29,0 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,2—8,0 mm; Geschossgewicht = 15,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Nickelmantel; Ladung = 2,7 gr rauchloses Blättchenpulver; Anfangsgeschwindigkeit = 630 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,00 kg; Rückstoss = 1,48 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,69 m; Länge der Patronenhülse = 52,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 11,2 gr; Länge der Patrone = 75,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 29,1 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,298 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0640 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 433; Maximaler Gasdruck = 2600 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 432 m (auf 367 m Distanz, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 440 m (auf 374 m Distanz, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				o	'	''	‰	o	'	''	‰	h = 1,70 m	h = 1,80 m			weiches	hartes	
0	630	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	303	80,7	60,5	0
100	548	0,17	0,14	0	4	55	1,43	0	5	37	1,64	„	„	3,6	229	71,3	53,5	0,01
200	484	0,37	0,65	0	11	15	3,27	0	14	14	4,14	„	„	7,3	179	61,8	46,4	0,04
300	434	0,58	1,67	0	19	9	5,57	0	26	16	7,64	„	„	11,0	144	52,6	39,4	0,11
400	393	0,83	3,35	0	28	46	8,37	0	40	26	11,8	145	153	15,0	118	44,5	33,4	0,21
500	359	1,09	5,73	0	39	22	11,5	0	51	52	15,1	113	119	19,2	98,8	37,7	28,3	0,37
600	331	1,38	8,64	0	49	31	14,4	1	3	57	18,6	91,4	96,8	24	83,7	32,2	24,2	0,60
700	307	1,70	12,4	1	0	41	17,7	1	21	57	23,8	71,3	75,5	30	71,9	27,9	20,9	0,90
800	286	2,03	17,0	1	12	56	21,2	1	42	26	29,8	57,0	60,4	37	62,4	24,6	18,5	1,29
900	267	2,40	22,6	1	26	18	25,1	2	5	25	36,5	46,6	49,3	45	54,7	21,8	16,3	1,80
1000	251	2,78	29,3	1	40	49	29,3	2	30	54	43,9	38,7	41,0	54	48,3	19,3	14,5	2,42
1100	237	3,19	37,3	1	56	30	33,9	2	59	3	52,1	32,6	34,5	64	43,0	17,2	12,9	3,18
1200	224	3,63	46,6	2	13	24	38,8	3	30	3	61,2	27,8	29,4	75	38,5	15,5	11,6	4,11
1300	213	4,08	57,3	2	31	33	44,1	4	3	40	71,0	23,9	25,4	88	34,7	14,0	10,5	5,21
1400	203	4,56	69,7	2	50	57	49,8	4	40	12	81,7	20,8	22,0	104	31,4	12,8	9,6	6,51
1500	193	5,07	83,7	3	11	40	55,8	5	19	40	93,2	18,2	19,3	121	28,6	11,9	8,9	8,03
1600	185	5,60	99,6	3	33	41	62,2	6	1	40	106	16,1	17,0	138	26,1	11,0	8,2	9,80
1700	177	6,15	117	3	57	2	69,1	6	46	30	119	14,3	15,2	157	23,9	10,1	7,6	11,8
1800	170	6,73	137	4	21	44	76,3	7	34	20	133	12,8	13,5	177	22,0	9,3	7,0	14,2
1900	163	7,33	159	4	47	49	83,9	8	25	30	148	11,5	12,2	198	20,4	8,7	6,5	16,8
2000	157	7,96	184	5	15	20	92,0	9	18	40	164	10,4	11,0	220	18,9	8,2	6,1	19,8
2100	151	8,60	211	5	44	10	100	10	14	40	181	9,4	10,0		17,5	7,6	5,7	23,1
2200	146	9,28	241	6	14	30	109	11	15	10	199	8,5	9,0		16,3	7,1	5,3	26,9
2300	141	9,97	273	6	46	20	119	12	16	10	217	7,8	8,3		15,2	6,6	4,9	31,1
2400	137	10,7	309	7	19	30	129	13	19	20	237	7,2	7,6		14,3	6,2	4,6	35,7
2500	132	11,4	347	7	54	10	139	14	24	50	257	6,6	7,0		13,4	5,8	4,4	40,9

Tabelle 10.

Schusstafel des Oesterreichischen Mannlicher-Gewehres. (M. 88. 90.)

Kaliber = 8,00 mm; Lauf in den Zügen = 8,40 mm; Zugtiefe = 0,20 mm; Drall-Länge = 250 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,1 mm; Breite der Züge = 4,2 mm; Länge des Geschosses = 31,8 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,2—8,0 mm; Geschossgewicht = 15,8 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel; Ladung = 2,75 gr rauchloses Kornpulver von Schwab; Anfangsgeschwindigkeit = 630 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,62 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,82 m; Länge der Patronenhülse = 50,2 mm; Gewicht der Patronenhülse = 9,0 gr; Länge der Patrone = 76,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 27,7 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,314 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0646 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 469; Maximaler Gasdruck = 2600 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 438 m (auf 374 m Distanz, und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 447 m (auf 380 m Distanz, und für $h = 1,80$ m).

Schussdistanz	End- geschwindig- keit	Flugzeit	Fallraum	A b g a n g s w i n k e l				F a l l w i n k e l				Bestrichener Raum		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises	Lebendige Kraft des Geschosses	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m)
				o	'	"	‰	o	'	"	‰	m						
												h = 1,70 m	h = 1,80 m			cm	mkg	
m	m	Sek.	m															m
0	630	0	0	0				0				ganz	ganz	0	320	136	102	0
100	549	0,17	0,14	0	4	54	1,42	0	5	36	1,63	„	„	3,6	243	103	77,4	0,01
200	487	0,36	0,65	0	11	11	3,25	0	14	14	4,14	„	„	7,3	191	81,0	60,8	0,04
300	437	0,58	1,66	0	19	0	5,53	0	25	57	7,55	„	„	11,0	154	65,3	49,0	0,10
400	397	0,82	3,31	0	28	29	8,28	0	39	54	11,6	146	155	15,0	127	53,8	40,3	0,21
500	363	1,09	5,66	0	38	57	11,3	0	51	7	14,9	114	121	19,2	106	45,1	33,8	0,37
600	335	1,37	8,54	0	48	56	14,2	1	2	54	18,3	92,9	98,4	24	90,1	38,3	28,7	0,58
700	310	1,68	12,2	0	59	55	17,4	1	20	33	23,4	72,5	76,8	30	77,5	32,9	24,7	0,88
800	289	2,02	16,7	1	11	57	20,9	1	40	38	29,3	58,1	61,5	37	67,4	28,6	21,5	1,26
900	271	2,38	22,3	1	25	5	24,8	2	3	1	35,8	47,5	50,3	45	59,1	25,1	18,8	1,75
1000	255	2,76	28,9	1	39	18	28,9	2	27	50	43,0	39,5	41,8	54	52,3	22,2	16,7	2,35
1100	241	3,16	36,7	1	54	40	33,4	2	55	29	51,1	33,3	35,2	64	46,6	19,8	14,8	3,09
1200	228	3,59	45,8	2	11	14	38,2	3	25	46	59,9	28,4	30,0	75	41,8	17,7	13,3	3,98
1300	216	4,04	56,4	2	29	0	43,4	3	58	30	69,5	24,5	25,9	88	37,6	16,0	12,0	5,05
1400	206	4,51	68,5	2	47	59	48,9	4	34	4	79,9	21,3	22,5	104	34,1	14,5	10,9	6,30
1500	196	5,01	82,2	3	8	14	54,8	5	12	20	91,1	18,7	19,8	121	31,0	13,2	9,9	7,77
1600	188	5,53	97,7	3	29	45	61,1	5	53	30	103	16,5	17,4	138	28,4	12,1	9,0	9,47
1700	180	6,08	115	3	52	35	67,8	6	37	40	116	14,6	15,5	157	26,0	11,1	8,3	11,4
1800	173	6,64	135	4	16	44	74,8	7	24	10	130	13,1	13,9	177	24,0	10,2	7,6	13,7
1900	166	7,23	156	4	42	13	82,3	8	13	10	144	11,8	12,5	198	22,2	9,4	7,1	16,2
2000	160	7,85	180	5	9	0	90,1	9	6	30	160	10,6	11,2	220	20,6	8,8	6,6	19,1
2100	154	8,49	207	5	37	20	98,4	10	1	10	177	9,6	10,2		19,1	8,1	6,1	22,3
2200	149	9,15	236	6	6	50	107	10	57	30	194	8,8	9,3		17,8	7,6	5,7	25,9
2300	144	9,83	267	6	37	50	116	11	59	40	212	8,0	8,5		16,6	7,1	5,3	29,9
2400	139	10,5	302	7	10	20	126	13	2	20	232	7,3	7,8		15,6	6,6	5,0	34,4
2500	135	11,3	340	7	44	10	136	14	4	30	251	6,8	7,2		14,6	6,2	4,6	39,3

Tabelle 11.

Schusstafel des Deutschen Mannlicher-Gewehres. (M. 88.)

Kaliber = 7,90 mm; Lauf in den Zügen = 8,20 mm; Zugtiefe = 0,15 mm; Drall-Länge = 240 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,1 mm; Breite der Züge = 4,1 mm; Länge des Geschosses = 32,0 mm; Durchmesser des Geschosses = 8,1—7,9 mm; Geschossgewicht = 14,5 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel (vernickelt); Ladung = 2,75 gr rauchloses Blättchenpulver; Anfangsgeschwindigkeit = 640 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 3,8 kg; Rückstoss = 1,54 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,82 m; Länge der Patronenhülse = 57,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 10,1 gr; Länge der Patrone = 82,5 mm; Gewicht der fertigen Patrone = 27,5 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,296 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0607 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 474; Maximaler Gasdruck = 3300 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 438 m (auf 375 m Distanz, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 450 m (auf 383 m Distanz, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m h = 1,70 m h = 1,80 m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				0	'	''	‰	0	'	''	‰					weiches	hartes	
0	640	0	0	0			0	0			0	ganz	ganz	0	303	135	101	0
100	555	0,17	0,14	0	4	46	1,39	0	5	28	1,59	„	„	3,6	228	101	76,1	0,01
200	490	0,36	0,64	0	10	57	3,19	0	13	55	4,05	„	„	7,3	177	79,0	59,3	0,04
300	438	0,58	1,63	0	18	41	5,44	0	25	45	7,49	„	„	11,0	142	63,3	47,5	0,11
400	397	0,82	3,27	0	28	7	8,18	0	39	50	11,6	147	155	15,0	116	51,8	38,9	0,22
500	362	1,08	5,61	0	38	36	11,2	0	50	55	14,8	115	122	19,2	97,0	43,2	32,4	0,38
600	333	1,37	8,46	0	48	29	14,1	1	2	18	18,1	93,8	99,3	24	82,1	36,6	27,5	0,62
700	309	1,68	12,1	0	59	22	17,3	1	19	51	23,2	73,2	77,5	30	70,4	31,4	23,5	0,93
800	287	2,02	16,6	1	11	18	20,7	1	39	42	29,0	58,6	62,0	37	61,1	27,2	20,4	1,34
900	269	2,38	22,1	1	24	18	24,5	2	1	54	35,5	47,9	50,7	45	53,4	23,8	17,9	1,86
1000	253	2,76	28,6	1	38	24	28,6	2	26	35	42,7	39,8	42,2	54	47,2	21,0	15,8	2,51
1100	238	3,17	36,4	1	53	38	33,1	2	53	56	50,6	33,6	35,5	64	41,9	18,7	14,0	3,31
1200	225	3,60	45,4	2	10	3	37,8	3	23	52	59,4	28,6	30,3	75	37,5	16,7	12,5	4,27
1300	214	4,06	55,9	2	27	39	43,0	3	56	21	68,9	24,7	26,1	88	33,8	15,1	11,3	5,42
1400	203	4,54	67,8	2	46	28	48,5	4	31	38	79,2	21,5	22,7	104	30,6	13,6	10,2	6,78
1500	194	5,04	81,5	3	6	32	54,3	5	9	30	90,3	18,8	19,9	121	27,8	12,4	9,3	8,37
1600	185	5,57	96,9	3	27	51	60,5	5	50	20	102	16,6	17,6	138	25,4	11,3	8,5	10,2
1700	177	6,12	114	3	50	28	67,1	6	33	50	115	14,8	15,6	157	23,3	10,4	7,8	12,3
1800	170	6,69	133	4	14	23	74,1	7	20	0	129	13,2	14,0	177	21,4	9,5	7,2	14,8
1900	164	7,29	155	4	39	37	81,5	8	8	40	143	11,9	12,6	198	19,8	8,8	6,6	17,5
2000	157	7,92	179	5	6	10	89,3	9	1	0	159	10,7	11,3	220	18,3	8,2	6,1	20,7
2100	152	8,56	205	5	34	10	97,5	9	54	20	175	9,7	10,3		17,0	7,6	5,7	24,2
2200	146	9,24	233	6	3	20	106	10	50	20	191	8,9	9,4		15,8	7,1	5,3	28,1
2300	142	9,93	265	6	34	0	115	11	52	20	210	8,1	8,6		14,8	6,6	4,9	32,5
2400	137	10,7	299	7	6	10	125	12	52	50	229	7,4	7,9		13,8	6,2	4,6	37,4
2500	132	11,4	336	7	39	30	134	13	53	50	247	6,9	7,3		13,0	5,8	4,3	42,8

The following table shows the results of the experiments conducted on the effect of the concentration of the solution on the rate of reaction. The rate of reaction was measured by the volume of gas evolved per unit time.

Concentration of solution (M)	Rate of reaction (ml/min)	Time taken (min)	Volume of gas evolved (ml)
0.1	1.2	10	12
0.2	2.4	5	12
0.3	3.6	3.3	12
0.4	4.8	2.5	12
0.5	6.0	2.0	12
0.6	7.2	1.7	12
0.7	8.4	1.4	12
0.8	9.6	1.3	12
0.9	10.8	1.1	12
1.0	12.0	1.0	12
1.1	13.2	0.9	12
1.2	14.4	0.8	12
1.3	15.6	0.8	12
1.4	16.8	0.7	12
1.5	18.0	0.7	12
1.6	19.2	0.6	12
1.7	20.4	0.6	12
1.8	21.6	0.6	12
1.9	22.8	0.5	12
2.0	24.0	0.5	12
2.1	25.2	0.5	12
2.2	26.4	0.4	12
2.3	27.6	0.4	12
2.4	28.8	0.4	12
2.5	30.0	0.4	12
2.6	31.2	0.4	12
2.7	32.4	0.3	12
2.8	33.6	0.3	12
2.9	34.8	0.3	12
3.0	36.0	0.3	12
3.1	37.2	0.3	12
3.2	38.4	0.3	12
3.3	39.6	0.3	12
3.4	40.8	0.3	12
3.5	42.0	0.3	12
3.6	43.2	0.3	12
3.7	44.4	0.3	12
3.8	45.6	0.3	12
3.9	46.8	0.3	12
4.0	48.0	0.3	12
4.1	49.2	0.3	12
4.2	50.4	0.3	12
4.3	51.6	0.3	12
4.4	52.8	0.3	12
4.5	54.0	0.3	12
4.6	55.2	0.3	12
4.7	56.4	0.3	12
4.8	57.6	0.3	12
4.9	58.8	0.3	12
5.0	60.0	0.3	12
5.1	61.2	0.3	12
5.2	62.4	0.3	12
5.3	63.6	0.3	12
5.4	64.8	0.3	12
5.5	66.0	0.3	12
5.6	67.2	0.3	12
5.7	68.4	0.3	12
5.8	69.6	0.3	12
5.9	70.8	0.3	12
6.0	72.0	0.3	12
6.1	73.2	0.3	12
6.2	74.4	0.3	12
6.3	75.6	0.3	12
6.4	76.8	0.3	12
6.5	78.0	0.3	12
6.6	79.2	0.3	12
6.7	80.4	0.3	12
6.8	81.6	0.3	12
6.9	82.8	0.3	12
7.0	84.0	0.3	12
7.1	85.2	0.3	12
7.2	86.4	0.3	12
7.3	87.6	0.3	12
7.4	88.8	0.3	12
7.5	90.0	0.3	12
7.6	91.2	0.3	12
7.7	92.4	0.3	12
7.8	93.6	0.3	12
7.9	94.8	0.3	12
8.0	96.0	0.3	12
8.1	97.2	0.3	12
8.2	98.4	0.3	12
8.3	99.6	0.3	12
8.4	100.8	0.3	12
8.5	102.0	0.3	12
8.6	103.2	0.3	12
8.7	104.4	0.3	12
8.8	105.6	0.3	12
8.9	106.8	0.3	12
9.0	108.0	0.3	12
9.1	109.2	0.3	12
9.2	110.4	0.3	12
9.3	111.6	0.3	12
9.4	112.8	0.3	12
9.5	114.0	0.3	12
9.6	115.2	0.3	12
9.7	116.4	0.3	12
9.8	117.6	0.3	12
9.9	118.8	0.3	12
10.0	120.0	0.3	12

Tabelle 12.

Schusstafel des Belgischen Mauser-Gewehres. (M. 89.)

Kaliber = 7,60 mm; Lauf in den Zügen = 7,76 mm; Zugtiefe = 0,08 mm; Drall-Länge = 250 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,0 mm; Breite der Züge = 4,0 mm; Länge des Geschosses = 30,8 mm; Durchmesser des Geschosses = 7,9–7,6 mm; Geschossgewicht = 14,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Nickelmantel; Ladung = 3,0 gr rauchloses R. C. P. von Rottweil; Anfangsgeschwindigkeit = 620 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,32 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,54 m; Länge der Patronenhülse = 53,5 mm; Gewicht der Patronenhülse = 10,3 gr; Länge der Patrone = 78,0 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 27,5 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,309 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0628 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 516; Maximaler Gasdruck = 3650 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 445 m (auf 380 m Distanz, und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 455 m (auf 388 m Distanz, und für $h = 1,80$ m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes ($v = 5$ m) m
				0	'	''	0/00	0	'	''	0/00	$h = 1,70$ m	$h = 1,80$ m			weiches	hartes	
0	620	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	274	82,6	61,9	0
100	547	0,17	0,15	0	5	0	1,45	0	5	39	1,64	„	„	3,6	213	75,2	56,4	0,01
200	489	0,37	0,66	0	11	17	3,28	0	13	58	4,06	„	„	7,3	171	67,2	50,4	0,04
300	442	0,58	1,66	0	18	58	5,52	0	25	21	7,37	„	„	11,0	140	58,3	43,7	0,11
400	404	0,82	3,28	0	28	11	8,20	0	38	42	11,3	151	160	15,0	116	49,9	37,4	0,21
500	372	1,08	5,57	0	38	19	11,1	0	49	2	14,3	119	126	19,2	98,5	42,8	32,1	0,37
600	344	1,36	8,34	0	47	48	13,9	0	59	30	17,3	98,2	104	24	84,4	37,0	27,8	0,59
700	320	1,66	11,8	0	58	9	16,9	1	15	39	22,0	77,2	81,8	30	73,2	32,4	24,3	0,88
800	300	1,98	16,2	1	9	25	20,2	1	33	51	27,3	62,3	65,9	37	64,0	28,5	21,4	1,25
900	281	2,33	21,4	1	21	37	23,7	1	54	11	33,2	51,2	54,2	45	56,5	25,2	18,9	1,72
1000	265	2,69	27,6	1	34	48	27,6	2	16	41	39,8	42,7	45,2	54	50,2	22,6	16,9	2,31
1100	251	3,08	34,9	1	48	58	31,7	2	41	24	47,0	36,2	38,3	64	44,9	20,3	15,2	3,02
1200	238	3,49	43,4	2	4	10	36,1	3	8	31	54,9	31,0	32,8	75	40,4	18,4	13,8	3,88
1300	226	3,92	53,1	2	20	25	40,9	3	37	54	63,5	26,8	28,4	88	36,6	16,8	12,6	4,89
1400	216	4,37	64,3	2	37	44	45,9	4	9	42	72,8	23,4	24,7	104	33,2	15,5	11,6	6,09
1500	206	4,85	76,9	2	56	9	51,3	4	43	52	82,8	20,5	21,8	121	30,3	14,2	10,6	7,48
1600	197	5,34	91,2	3	15	40	57,0	5	20	20	93,5	18,2	19,3	138	27,8	12,9	9,7	9,09
1700	189	5,86	107	3	36	19	63,0	5	59	30	105	16,2	17,1	157	25,6	12,0	9,0	10,9
1800	182	6,40	125	3	58	7	69,4	6	41	10	117	14,5	15,4	177	23,6	11,1	8,3	13,0
1900	175	6,96	145	4	21	5	76,1	7	25	10	130	13,1	13,8	198	21,9	10,4	7,8	15,4
2000	169	7,54	166	4	45	14	83,2	8	10	50	144	11,8	12,5	220	20,3	9,7	7,3	18,1
2100	163	8,14	190	5	10	30	90,6	8	59	10	158	10,8	11,4		18,9	9,2	6,9	21,1
2200	157	8,77	216	5	37	0	98,4	9	51	50	174	9,8	10,4		17,6	8,7	6,5	24,5
2300	152	9,42	245	6	4	50	107	10	46	0	190	8,9	9,5		16,5	8,2	6,1	28,2
2400	147	10,1	276	6	33	50	115	11	40	10	207	8,2	8,7		15,5	7,7	5,8	32,4
2500	143	10,8	310	7	4	0	124	12	37	50	224	7,6	8,0		14,5	7,2	5,4	37,0

Tabelle 13.

Schusstafel des Schweizerischen Schmidt-Gewehres. (M. 89.)

Kaliber = 7,50 mm; Lauf in den Zügen = 7,70 mm; Zugtiefe = 0,10 mm; Drall-Länge = 270 mm; Anzahl der Züge = 3; Breite der Felder = 3,93 mm; Breite der Züge = 3,93 mm; Länge des Geschosses = 30,4 mm; Durchmesser des Geschosses = 7,9—7,7 mm; Geschossgewicht = 14,0 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Mantel aus Aluminiumbronze; Ladung = 2,0 gr rauchloses Pulver (P. C. 88); Anfangsgeschwindigkeit = 600 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,4 kg; Rückstoss = 1,11 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,22 m; Länge der Patronenhülse = 53,6 mm; Gewicht der Patronenhülse = 10,1 gr; Länge der Patrone = 78 mm; Gewicht der fertigen, gefetteten Patrone = 26,3 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,317 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0611 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 542; Maximaler Gasdruck = 2200 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 439 m (auf 373 m Distanz, und für h = 1,70 m); Maximum des bestrichenen Raumes = 447 m (auf 379 m Distanz, und für h = 1,80 m).

Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes (v = 5 m) m
				o	'	''	‰	o	'	''	‰	h = 1,70 m	h = 1,80 m			weiches	hartes	
0	600	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	257	78,7	59,0	0
100	532	0,18	0,15	0	5	18	1,54	0	5	57	1,73	„	„	3,6	202	72,4	54,3	0,01
200	478	0,38	0,69	0	11	54	3,46	0	14	37	4,25	„	„	7,3	163	65,3	49,0	0,05
300	434	0,60	1,74	0	19	55	5,79	0	26	21	7,67	„	„	11,0	135	57,1	42,8	0,12
400	398	0,84	3,43	0	29	28	8,57	0	39	30	11,5	148	157	15,0	113	49,2	36,9	0,23
500	367	1,10	5,77	0	39	40	11,5	0	49	27	14,4	118	125	19,2	96,1	42,4	31,8	0,39
600	341	1,38	8,60	0	49	15	14,3	1	0	3	17,5	97,3	103	24	82,8	36,9	27,7	0,62
700	318	1,69	12,2	0	59	41	17,4	1	16	3	22,1	76,8	81,3	30	72,0	32,4	24,3	0,93
800	298	2,01	16,5	1	10	59	20,7	1	34	3	27,4	62,1	65,8	37	63,2	28,6	21,4	1,32
900	280	2,36	21,8	1	23	12	24,2	1	54	2	33,2	51,2	54,2	45	55,9	25,4	19,0	1,82
1000	264	2,72	28,0	1	36	20	28,0	2	16	6	39,6	42,9	45,4	54	49,9	22,8	17,1	2,43
1100	250	3,11	35,3	1	50	26	32,1	2	40	18	46,7	36,4	38,6	64	44,7	20,5	15,4	3,17
1200	238	3,52	43,8	2	5	30	36,5	3	6	43	54,4	31,3	33,1	75	40,3	18,7	14,0	4,06
1300	226	3,95	53,6	2	21	35	41,2	3	35	25	62,7	27,1	28,7	88	36,6	17,1	12,8	5,12
1400	216	4,41	64,7	2	38	41	46,2	4	6	20	71,8	23,7	25,1	104	33,3	15,7	11,8	6,36
1500	207	4,88	77,2	2	56	50	51,5	4	39	39	81,5	20,9	22,1	121	30,4	14,4	10,8	7,80
1600	198	5,38	91,3	3	16	3	57,1	5	15	10	91,9	18,5	19,6	138	28,0	13,2	9,9	9,46
1700	190	5,89	107	3	36	20	63,0	5	53	0	103	16,5	17,5	157	25,7	12,2	9,1	11,4
1800	183	6,43	125	3	57	43	69,3	6	33	10	115	14,8	15,7	177	23,8	11,4	8,5	13,5
1900	176	6,99	144	4	20	13	75,8	7	15	40	127	13,3	14,1	198	22,1	10,7	8,0	16,0
2000	170	7,57	165	4	43	49	82,7	7	59	40	140	12,1	12,8	220	20,5	10,0	7,5	18,7
2100	164	8,17	189	5	8	30	90,0	8	48	0	155	11,0	11,6		19,1	9,4	7,0	21,8
2200	158	8,79	215	5	34	30	97,6	9	37	30	170	10,0	10,6		17,9	8,9	6,7	25,3
2300	153	9,43	243	6	1	30	106	10	27	20	185	9,2	9,8		16,7	8,4	6,3	29,1
2400	148	10,1	273	6	29	40	114	11	23	0	201	8,4	8,9		15,7	7,9	5,9	33,4
2500	144	10,8	306	6	59	10	123	12	23	30	220	7,7	8,2		14,7	7,4	5,5	38,0

Tabelle 14.

Schusstafel des Hebler-Gewehres. (M. 90.)

Kaliber = 7,50 mm; Lauf in den Zügen = 7,80 mm; Zugtiefe = 0,15 mm; Drall-Länge = 240 mm; Anzahl der Züge = 4; Breite der Felder = 2,0 mm; Breite der Züge = 3,9 mm; Länge des Geschosses = 29,4 mm; Durchmesser des Geschosses = 7,8–7,7 mm; Geschossgewicht = 13,1 gr; Geschossmaterial: Hartblei mit unverlötetem Stahlmantel (vernickelt); Ladung = 2,6 gr rauchloses Pulver K. H. P.; Anfangsgeschwindigkeit = 700 m; Gewicht von 1 cbm Luft = 1,226 kg; Gewicht des Gewehres = 4,0 kg; Rückstoss 1,50 mkg; Rückstossgeschwindigkeit = 2,71 m; Länge der Patronenhülse = 53,0 mm; Gewicht der Patronenhülse = 9,3 gr; Länge der Patrone = 74,0 mm; Gewicht der fertigen Patrone = 25,0 gr; Querschnittsbelastung des Geschosses = 0,297 gr; Längenschnittsbelastung des Geschosses = 0,0595 gr; Güte des Gewehr- und Munitionssystems = 574; Maximaler Gasdruck = 2600 Atmosphären; Maximum des bestrichenen Raumes = 463 m (auf 396 m Distanz, und für $h = 1,70$ m); Maximum des bestrichenen Raumes = 472 m (auf 403 m Distanz, und für $h = 1,80$ m).

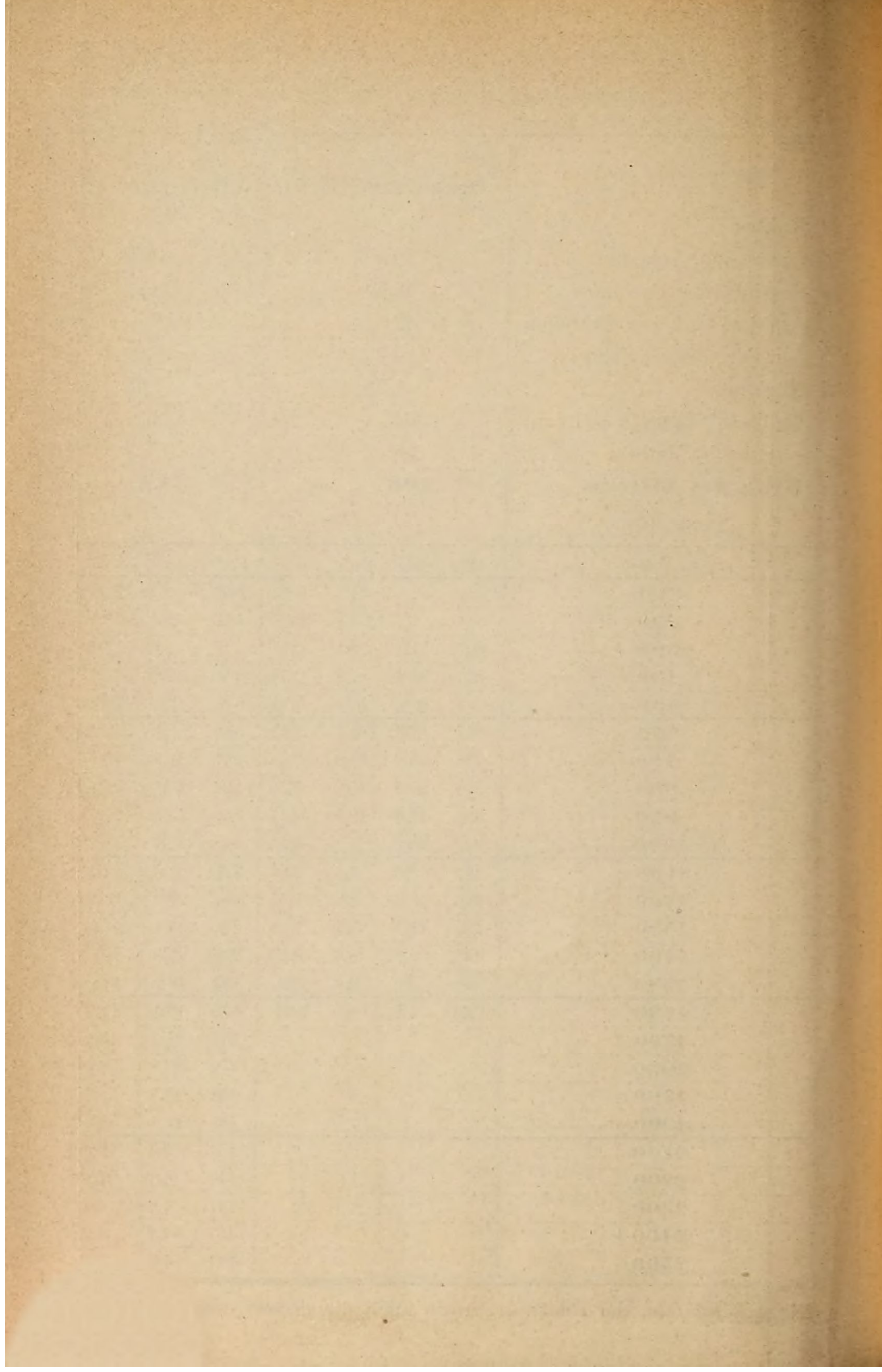
Schussdistanz m	End- geschwindig- keit m	Flugzeit Sek.	Fallraum m	Abgangswinkel				Fallwinkel				Bestrichener Raum m		Radius des 50-prozentigen Streuungskreises cm	Lebendige Kraft des Geschosses mkg	Durchschlagskraft gegen Tannenholz in Centimetern		Abweichung am Ziel infolge mittelstarken Seitenwindes ($v = 5$ m) m
				°	'	''	‰	°	'	''	‰	$h = 1,70$ m	$h = 1,80$ m			weiches	hartes	
0	700	0	0	0			0	0				ganz	ganz	0	327	161	121	0
100	602	0,15	0,12	0	4	2	1,17	0	4	39	1,36	„	„	3,6	242	119	89,3	0,01
200	527	0,33	0,54	0	9	19	2,71	0	11	59	3,49	„	„	7,3	186	91,5	68,6	0,04
300	469	0,53	1,40	0	16	1	4,66	0	22	24	6,52	„	„	11,0	147	72,5	54,4	0,10
400	423	0,76	2,82	0	24	15	7,06	0	36	12	10,5	161	„	15,0	119	58,9	44,2	0,19
500	385	1,01	4,96	0	34	7	9,92	0	46	52	13,6	125	132	19,2	98,9	48,8	36,6	0,34
600	353	1,28	7,50	0	43	0	12,5	0	56	6	16,3	104	110	24	83,3	41,0	30,8	0,55
700	326	1,57	10,8	0	52	49	15,4	1	12	5	21,0	81,1	85,8	30	71,1	35,0	26,3	0,83
800	303	1,89	14,8	1	3	36	18,5	1	30	19	26,3	64,7	68,5	37	61,3	30,2	22,7	1,20
900	283	2,23	19,7	1	15	24	21,9	1	50	49	32,2	52,7	55,8	45	53,5	26,4	19,8	1,68
1000	265	2,60	25,7	1	28	14	25,7	2	13	26	38,8	43,8	46,4	54	47,1	23,2	17,4	2,27
1100	250	2,99	32,7	1	42	6	29,7	2	38	34	46,2	36,8	39,0	64	41,7	20,6	15,4	3,00
1200	236	3,40	40,9	1	57	5	34,1	3	6	19	54,3	31,3	33,2	75	37,2	18,3	13,8	3,88
1300	224	3,83	50,4	2	13	11	38,8	3	36	17	63,0	27,0	28,6	88	33,4	16,5	12,4	4,94
1400	213	4,29	61,3	2	30	24	43,8	4	8	46	72,5	23,5	24,8	104	30,2	14,9	11,2	6,19
1500	203	4,77	73,7	2	48	47	49,1	4	44	7	82,8	20,5	21,7	121	27,4	13,5	10,1	7,66
1600	193	5,28	87,8	3	8	22	54,8	5	21	50	93,9	18,1	19,2	138	25,0	12,3	9,2	9,37
1700	185	5,81	104	3	29	8	60,9	6	2	10	106	16,1	17,0	157	22,9	11,3	8,5	11,3
1800	177	6,36	121	3	51	8	67,3	6	45	10	118	14,4	15,2	177	21,0	10,4	7,8	13,6
1900	170	6,93	141	4	14	22	74,1	7	30	40	132	12,9	13,7	198	19,4	9,5	7,2	16,2
2000	164	7,53	163	4	38	51	81,3	8	19	30	146	11,6	12,3	220	17,9	8,8	6,6	19,1
2100	158	8,16	187	5	4	40	88,8	9	9	50	161	10,5	11,2		16,6	8,2	6,1	22,4
2200	152	8,80	213	5	31	40	96,8	10	2	30	177	9,6	10,2		15,5	7,6	5,7	26,0
2300	147	9,47	242	6	0	0	105	10	58	50	194	8,8	9,3		14,4	7,1	5,3	30,1
2400	142	10,2	273	6	29	40	114	11	57	30	212	8,0	8,5		13,5	6,6	5,0	34,7
2500	137	10,9	307	7	0	40	123	13	0	30	231	7,4	7,8		12,6	6,2	4,7	39,8

Schusstafeln der Gewehre kleinsten Kalibers (rauchloses Pulver), und des 11 mm Mauser-Gewehres. (M. 71.)

Es bedeutet: *r* Radius des 50-prozentigen Streuungskreises, auf 800 m Distanz, in Centimetern. *v* Endgeschwindigkeit, in Metern. *B* Länge des bestrichenen Raumes, in Metern, für 1,7 m Zielhöhe. *D* Durchschlagskraft, gegen weiches Tannenholz, in Centimetern. *s* Seitliche Abweichung am Ziel, in Metern, infolge eines Seitenwindes von 5 m Geschwindigkeit.

Sistem und Land ==	Mauser. Deutschland. M. 71.				Lebel. Frankreich. M. 86.				Mannlicher. Oesterreich. M. 88. 90.				Mannlicher. Deutschland. M. 88.				Mauser. Belgien. M. 89.				Schmidt. Schweiz. M. 89.				Hebler. M. 90.			
Kaliber	11,0				8,0				8,0				7,9				7,6				7,5				7,5			
Querschnittsbelastung . .	0,263				0,298				0,314				0,296				0,309				0,317				0,297			
Gewicht der Patrone . .	42,8				29,1				27,7				27,5				27,5				26,3				25,0			
Auf 3,44 kg gehen Patronen	80				118				124				125				125				131				138			
Gewicht des Gewehres . .	4,5				4,0				4,0				3,8				4,0				4,4				4,0			
Rückstoss.	1,58				1,48				1,62				1,54				1,32				1,11				1,50			
Max. des bestr. Raumes (<i>h</i> = 1,7 m)	334				432				438				438				445				439				463			
<i>r</i> (auf 800 Meter)	95				37				37				37				37				37				37			
Güte des Systems . .	100				433				469				474				516				542				574			
Schussdistanz.	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>s</i>
0	440	ganz	24,0	0	630	ganz	80,7	0	630	ganz	136	0	640	ganz	135	0	620	ganz	82,6	0	600	ganz	78,7	0	700	ganz	161	0
100	384	„	23,7	0,01	548	„	71,3	0,01	549	„	103	0,01	555	„	101	0,01	547	„	75,2	0,01	532	„	72,4	0,01	602	„	119	0,01
200	341	„	23,2	0,06	484	„	61,8	0,04	487	„	81,0	0,04	490	„	79,0	0,04	489	„	67,2	0,04	478	„	65,3	0,05	527	„	91,5	0,04
300	307	117	22,4	0,15	434	„	52,6	0,11	437	„	65,3	0,10	438	„	63,3	0,11	442	„	58,3	0,11	434	„	57,1	0,12	469	„	72,5	0,10
400	278	81,8	21,4	0,30	393	145	44,5	0,21	397	146	53,8	0,21	397	147	51,8	0,22	404	151	49,9	0,21	398	148	49,2	0,23	423	161	58,9	0,19
500	255	60,6	20,1	0,52	359	113	37,7	0,37	363	114	45,1	0,37	362	115	43,2	0,38	372	119	42,8	0,37	367	118	42,4	0,39	385	125	48,8	0,34
600	235	45,3	18,6	0,83	331	91,4	32,2	0,60	335	92,9	38,3	0,58	333	93,8	36,6	0,62	344	98,2	37,0	0,59	341	97,3	36,9	0,62	353	104	41,0	0,55
700	218	35,0	16,9	1,24	307	71,3	27,9	0,90	310	72,5	32,9	0,88	309	73,2	31,4	0,93	320	77,2	32,4	0,88	318	76,8	32,4	0,93	326	81,1	35,0	0,83
800	204	27,8	15,0	1,78	286	57,0	24,6	1,29	289	58,1	28,6	1,26	287	58,6	27,2	1,34	300	62,3	28,5	1,25	298	62,1	28,6	1,32	303	64,7	30,2	1,20
900	191	22,6	12,9	2,47	267	46,6	21,8	1,80	271	47,5	25,1	1,75	269	47,9	23,8	1,86	281	51,2	25,2	1,72	280	51,2	25,4	1,82	283	52,7	26,4	1,68
1000	180	18,6	11,1	3,32	251	38,7	19,3	2,42	255	39,5	22,2	2,35	253	39,8	21,0	2,51	265	42,7	22,6	2,31	264	42,9	22,8	2,43	265	43,8	23,2	2,27
1100	169	15,6	9,6	4,36	237	32,6	17,2	3,18	241	33,3	19,8	3,09	238	33,6	18,7	3,31	251	36,2	20,3	3,02	250	36,4	20,5	3,17	250	36,8	20,6	3,00
1200	160	13,2	8,5	5,62	224	27,8	15,5	4,11	228	28,4	17,7	3,98	225	28,6	16,7	4,27	238	31,0	18,4	3,88	238	31,3	18,7	4,06	236	31,3	18,3	3,88
1300	152	11,3	7,4	7,12	213	23,9	14,0	5,21	216	24,5	16,0	5,05	214	24,7	15,1	5,42	226	26,8	16,8	4,89	226	27,1	17,1	5,12	224	27,0	16,5	4,94
1400	145	9,8	6,6	8,89	203	20,8	12,8	6,51	206	21,3	14,5	6,30	203	21,5	13,6	6,78	216	23,4	15,5	6,09	216	23,7	15,7	6,36	213	23,5	14,9	6,19
1500	138	8,6	6,0	10,9	193	18,2	11,9	8,03	196	18,7	13,2	7,77	194	18,8	12,4	8,37	206	20,5	14,2	7,48	207	20,9	14,4	7,80	203	20,5	13,5	7,66
1600	132	7,5	5,5	13,3	185	16,1	11,0	9,80	188	16,5	12,1	9,47	185	16,6	11,3	10,2	197	18,2	12,9	9,09	198	18,5	13,2	9,46	193	18,1	12,3	9,37
1700					177	14,3	10,1	11,8	180	14,6	11,1	11,4	177	14,8	10,4	12,3	189	16,2	12,0	10,9	190	16,5	12,2	11,4	185	16,1	11,3	11,3
1800					170	12,8	9,3	14,2	173	13,1	10,2	13,7	170	13,2	9,5	14,8	182	14,5	11,1	13,0	183	14,8	11,4	13,5	177	14,4	10,4	13,6
1900					163	11,5	8,7	16,8	166	11,8	9,4	16,2	164	11,9	8,8	17,5	175	13,1	10,4	15,4	176	13,3	10,7	16,0	170	12,9	9,5	16,2
2000					157	10,4	8,2	19,8	160	10,6	8,8	19,1	157	10,7	8,2	20,7	169	11,8	9,7	18,1	170	12,1	10,0	18,7	164	11,6	8,8	19,1
2100					151	9,4	7,6	23,1	154	9,6	8,1	22,3	152	9,7	7,6	24,2	163	10,8	9,2	21,1	164	11,0	9,4	21,8	158	10,5	8,2	22,4
2200					146	8,5	7,1	26,9	149	8,8	7,6	25,9	146	8,9	7,1	28,1	157	9,8	8,7	24,5	158	10,0	8,9	25,3	152	9,6	7,6	26,0
2300					141	7,8	6,6	31,1	144	8,0	7,1	29,9	141	8,1	6,6	32,5	152	8,9	8,2	28,2	153	9,2	8,4	29,1	147	8,8	7,1	30,1
2400					137	7,2	6,2	35,7	139	7,3	6,6	34,4	137	7,4	6,2	37,4	147	8,2	7,7	32,4	148	8,4	7,9	33,4	142	8,0	6,6	34,7
2500					132	6,6	5,8	40,9	135	6,8	6,2	39,3	132	6,9	5,8	42,8	143	7,6	7,2	37,0	144	7,7	7,4	38,0	137	7,4	6,2	39,8

Die Schusstafeln, der Rückstoss, sowie auch die „Güte“, sind nach den Formeln in meinem Buche: „Das kleinste Kaliber, oder das zukünftige Infanteriegewehr“ berechnet. 1 cbm Luft = 1,226 kg.



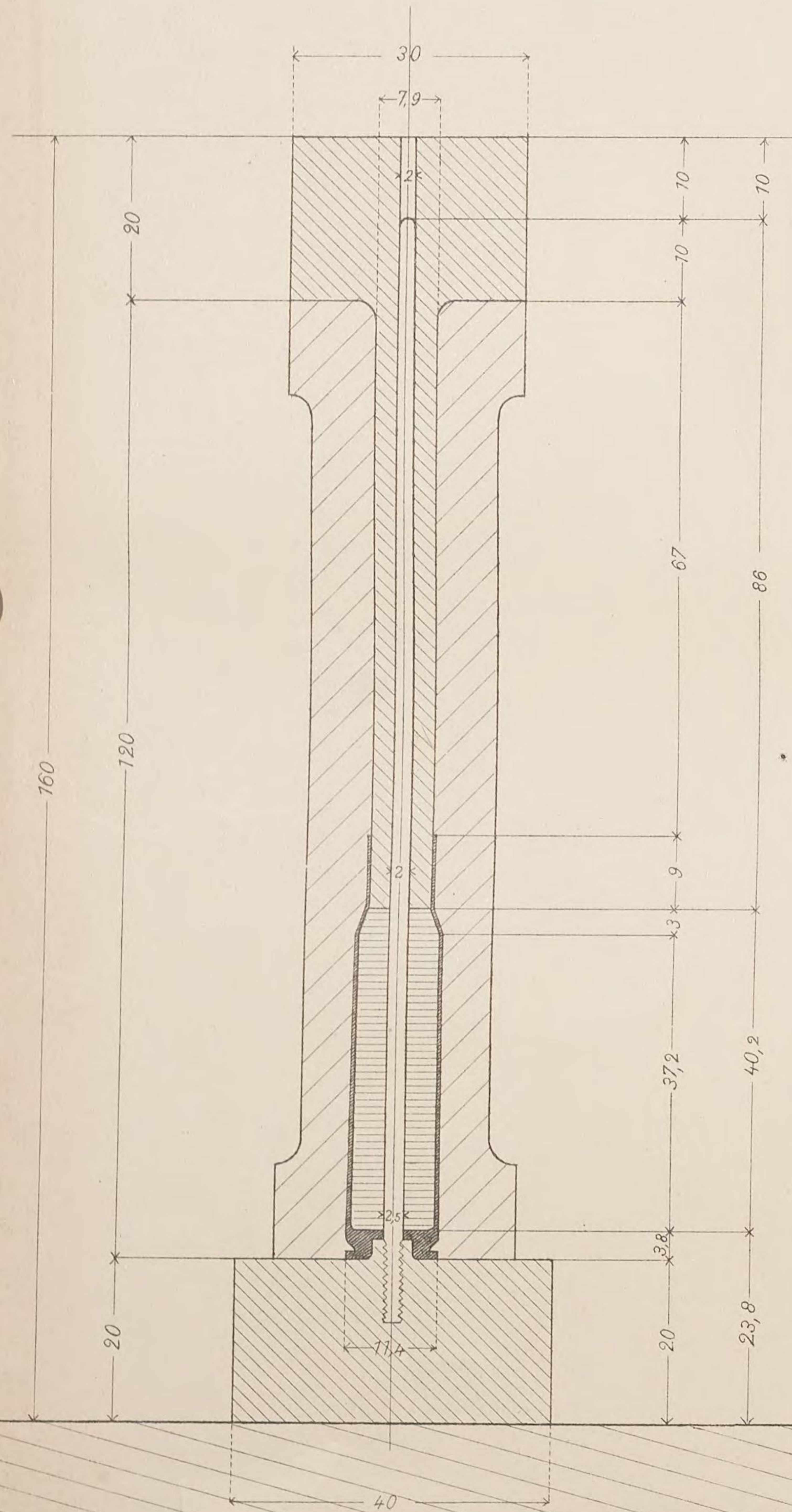
Maasse und Gewichte der wichtigsten Gewehre und ihrer Munition.

Tabelle 16.

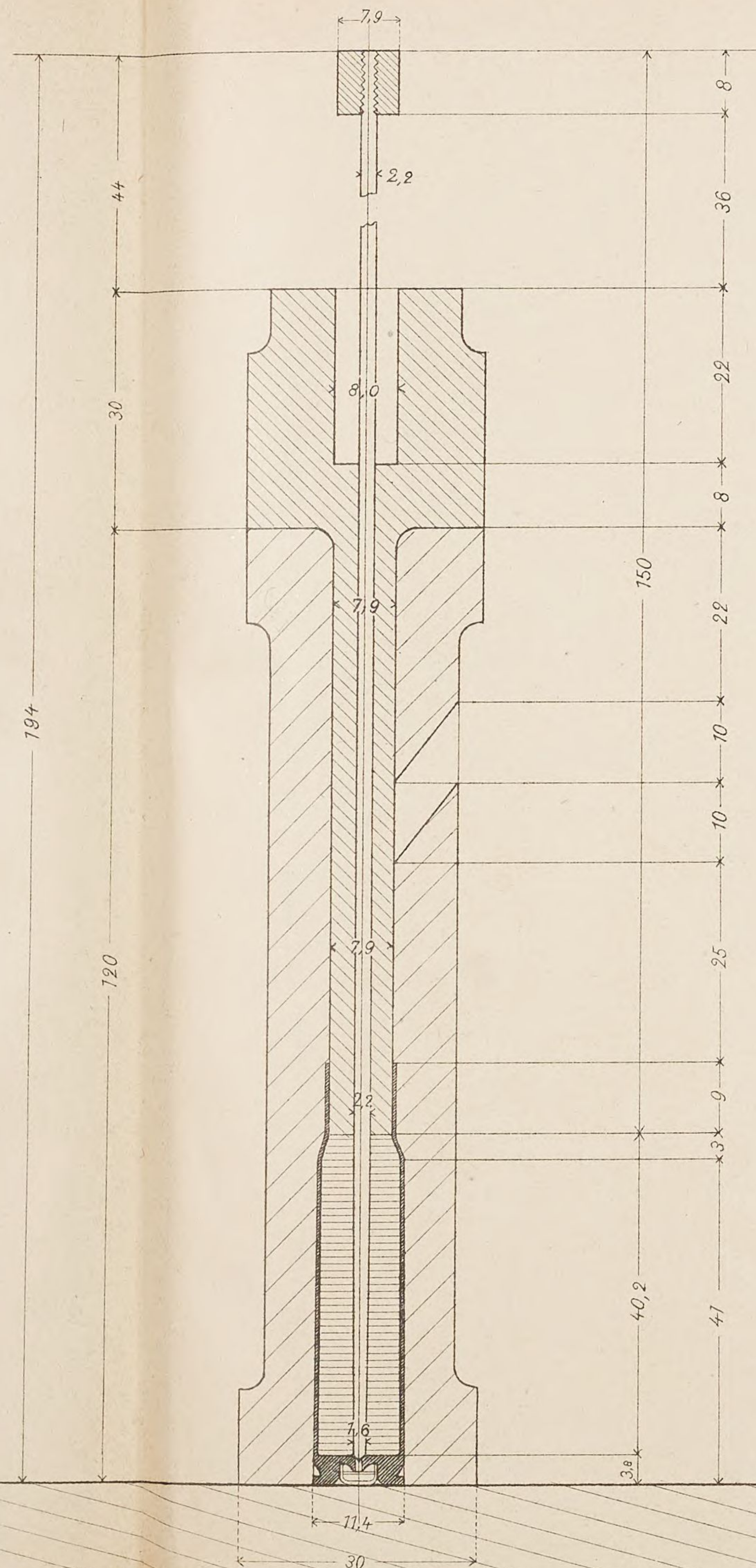
Sistem und Land =	Martini-Henri England. M. 71.	Gras. Frankreich. M. 74.	Mausers. Deutschland. M. 71.	Vetterli. Schweiz. M. 69.	Kropatschek. Portugal. M. 86.	Nagant. M. 86.	Dänemark. M. 87.	Männlicher. Oesterreich. M. 88.	Rubin. M. 86.	Hebler. M. 87.	Lebel. Frankreich. M. 86.	Männlicher. Oesterreich. M. 88. 90.	Männlicher. Deutschland. M. 88.	Mausers. Belgien. M. 89.	Schmidt. Schweiz. M. 89.	Hebler. M. 90.
Kaliber	11,43	11,00	11,00	10,40	8,00	8,00	8,00	8,00	7,50	7,50	8,00	8,00	7,90	7,60	7,50	7,50
Durchmesser in den Zügen	11,79	11,50	11,60	10,85	8,20	8,20	8,20	8,40	7,70	7,80	8,30	8,40	8,20	7,76	7,70	7,80
Zugtiefe	0,18	0,25	0,30	0,225	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,15	0,15	0,20	0,15	0,08	0,10	0,15
Anzahl der Züge	7	4	4	4	4	4	6	4	3	4	4	4	4	4	3	4
Form der Züge	poligonal	eckig	eckig	eckig	ausgerundet	ausgerundet	ausgerundet	ausgerundet	eckig	ausgerundet	eckig	ausgerundet	ausgerundet	eckig	eckig	ausgerundet
Breite der Züge	4,6	4,3	4,3	4,1	4,0	4,0	3,0	4,2	3,9	3,9	4,2	4,2	4,1	4,0	3,93	3,9
Breite der Felder	0,5	4,3	4,3	4,1	2,3	2,3	1,2	2,1	3,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	3,93	2,0
Länge des Geschosses	32,2	27,0	27,5	25,0	32,5	31,5	30,4	31,8	30,4	30,0	30,7	31,8	32,0	30,8	30,4	29,4
Durchmesser des Geschosses	11,43—11,15	11,00	11,00	10,65	8,2—7,7	8,3	8,2	8,2—8,0	7,9—7,7	8,0—7,7	8,2—8,0	8,2—8,0	8,1—7,9	7,9—7,6	7,9—7,7	7,8—7,7
Toleranz, bis zum weitesten noch zulässigen Kaliber	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,1	0,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,44	0,5	0,3
Form der hintern Geschossfläche . .	flach	flach	flach	Expshlg.	flach	Expshlg.	flach	flach	Expshlg.	Expshlg.	flach	flach	flach	Expshlg.	Expshlg.	Expshlg.
Geschossmaterial	Hartblei	Weichbl.	Weichbl.	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei	Hartblei
Umhüllung des Geschosses	Papier	Papier	Papier	Papier	Stahl	Stahl comp.	Kupfer	Stahl	Kupfer	Stahl	Nickel	Stahl	Stahl	Nickel	Legirung	Stahl
Geschossgewicht	31,1	25,0	25,0	20,2	16,0	15,6	15,5	15,8	14,0	14,0	15,0	15,8	14,5	14,0	14,0	13,1
Anzahl Patronen auf 3,44 kg . . .	66,8	78,5	80,4	112,8	97,2	116,6	104,9	119,0	119,4	136,0	118,2	124,2	125,1	125,1	130,8	137,6
Querschnittsbelastung	0,302	0,263	0,263	0,238	0,318	0,310	0,309	0,314	0,317	0,317	0,298	0,314	0,296	0,309	0,317	0,297
Längenschnittsbelastung	0,0915	0,0926	0,0926	0,0780	0,0651	0,0640	0,0660	0,0646	0,0611	0,0611	0,0640	0,0646	0,0607	0,0628	0,0611	0,0595
Ladung	5,50	5,25	5,00	3,65	4,5	3,7	4,9 compr.	4,0	4,5 compr.	4,0 compr.	2,7 rauchfrei	2,75 raucht.	2,75 raucht.	3,0 rauchfrei	2,0 rauchfrei	2,6 rauchfrei
v_{25}	404	434	425	415	520	480	531	512	534	581	610	610	620	600	580	673
Anfangsgeschwindigkeit (c)	416	450	440	430	537	496	548	529	551	600	630	630	640	620	600	700
Maximaler Gasdruck, in Atm. . . .	1800	1600	1600	1100	2400	2300	1624	2300	2250	2750	2600	2600	3300	3650	2200	2600
Drall-Länge	560	550	550	660	280	250	300	250	270	240	240	250	240	250	270	240
Tourenzahl beim Verlassen der Mündung	743	818	800	651	1918	1984	1827	2116	2041	2500	2625	2520	2667	2480	2222	2916
Gewicht des Gewehres	4,0	4,2	4,5	4,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	4,0	4,4	4,0
Rückstoss, in mkg	2,40	1,78	1,58	0,97	1,25	1,00	1,21	1,15	1,07	1,22	1,48	1,62	1,54	1,32	1,11	1,50
Rückstossgeschwindigkeit, in m . . .	3,43	2,89	2,63	2,04	2,47	2,21	2,44	2,38	2,30	2,45	2,69	2,82	2,82	2,54	2,22	2,71
Länge der Patrone	79,5	76,0	78,0	56,0	81,0	78,5	76,7	76,0	78,2	75,0	75,0	76,0	82,5	78,0	78,0	74,0
Dicke der Patrone ohne Rücksicht auf den Rand .	16,0	14,0	13,2—13,0	13,7—13,3	13,8—12,7	12,1—11,2	12,9—12,1	12,5—12,1	11,6—10,0	11,4—10,8	13,8—11,6	12,5—12,1	12,5—11,5	11,6—10,1	12,5—11,5	11,4—10,8
Gewicht der fertigen Patrone . . .	51,5	43,8	42,8	30,5	35,4	29,5	32,8	28,9	28,8	25,3	29,1	27,7	27,5	27,5	26,3	25,0
Länge der Patronenhülse	56,0	59,5	60,0	38,0	59,5	53,0	58,0	50,2	53,6	53,0	51,0	50,2	57,0	53,5	53,6	53,0
Gewicht der Patronenhülse	14,1	12,9	12,2	6,3	14,5	10,0	12,3	9,0	10,1	7,2	11,2	9,0	10,1	10,3	10,1	9,3
Maximum des bestrichenen Raumes, für $h = 1,7$ m	330	336	334	328	408	381	410	397	417	433	432	438	438	445	439	463
Bestrichener Raum, auf 800 m, für $h = 1,7$ m	30,2	28,2	27,8	24,7	54,0	49,4	53,2	50,1	57,7	60,3	57,0	58,1	58,6	62,3	62,1	64,7
Radius des 50-prozentigen Streuungskreises, auf 800 m	85	97	95	57	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Durchschlagskraft gegen weiches Tannenholz, auf 0 Meter	28,0	24,0	24,0	20,0	104,8	87,2	34,0	95,7	35,0	126,6	80,7	135,8	135,0	82,6	78,7	161,0
Durchschlagskraft gegen weiches Tannenholz, auf 800 m	20,1	15,2	15,0	13,0	28,1	24,6	22,3	24,2	24,2	30,1	24,6	28,6	27,2	28,5	28,6	30,2
Güte des Systems =	91	97	100	177	362	411	371	413	459	559	433	469	474	516	542	574

Die „Güte“, sowie die ballistischen Angaben, sind nach den Formeln in meinem Buche („Das kleinste Kaliber oder das zukünftige Infanteriegewehr“) berechnet.

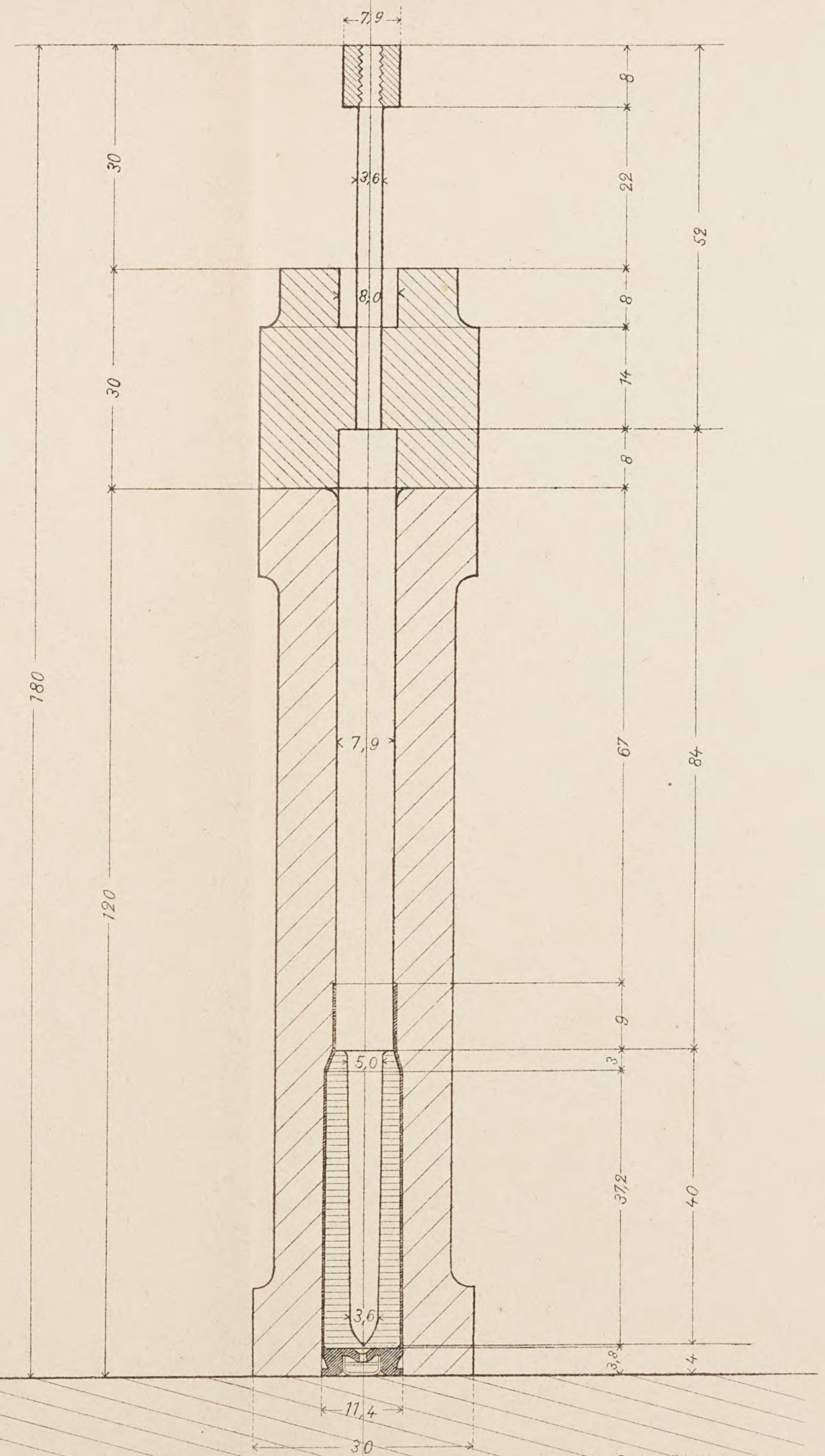
Comprimir-Apparat I.



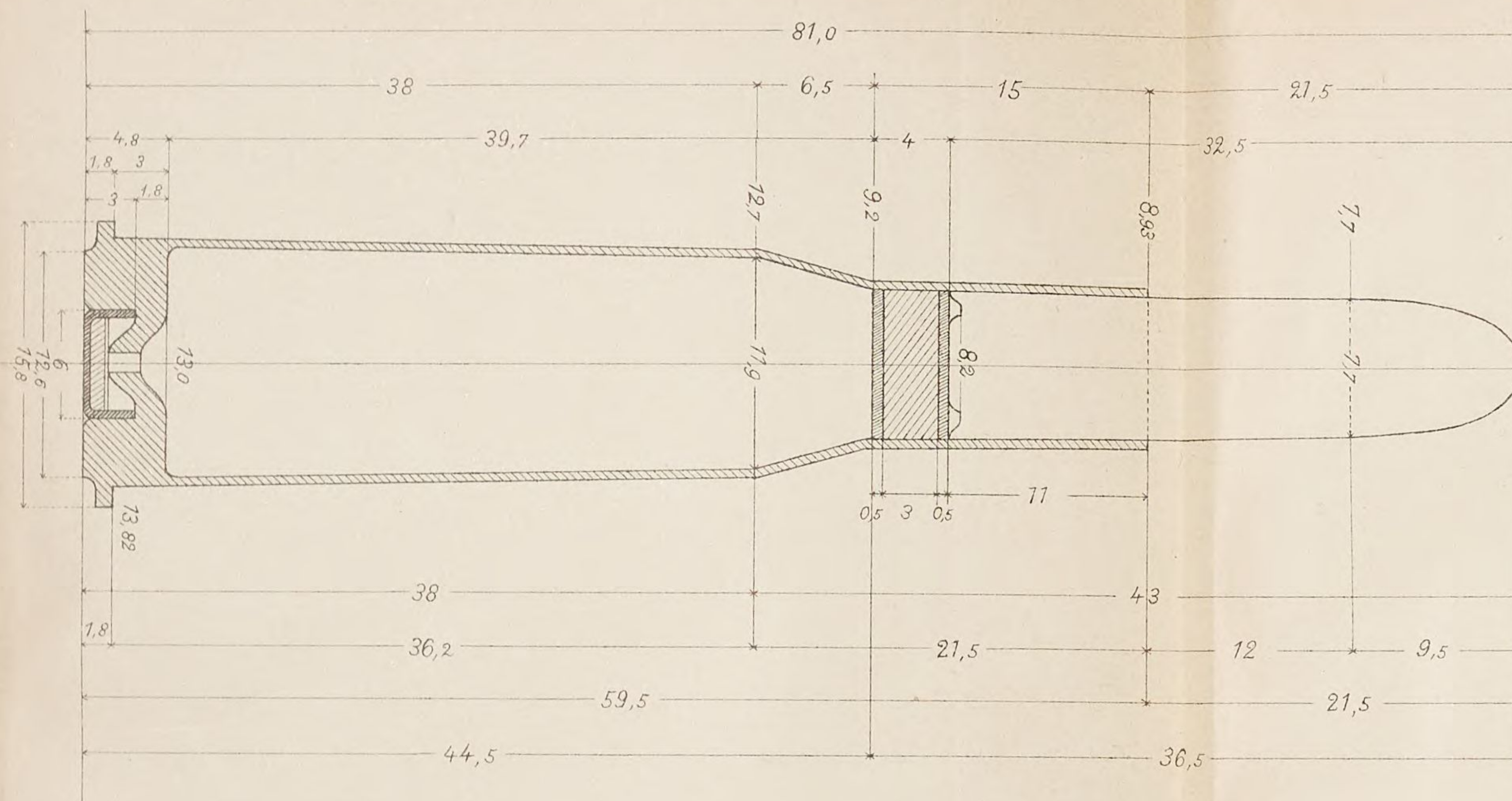
Comprimir-Apparat II.



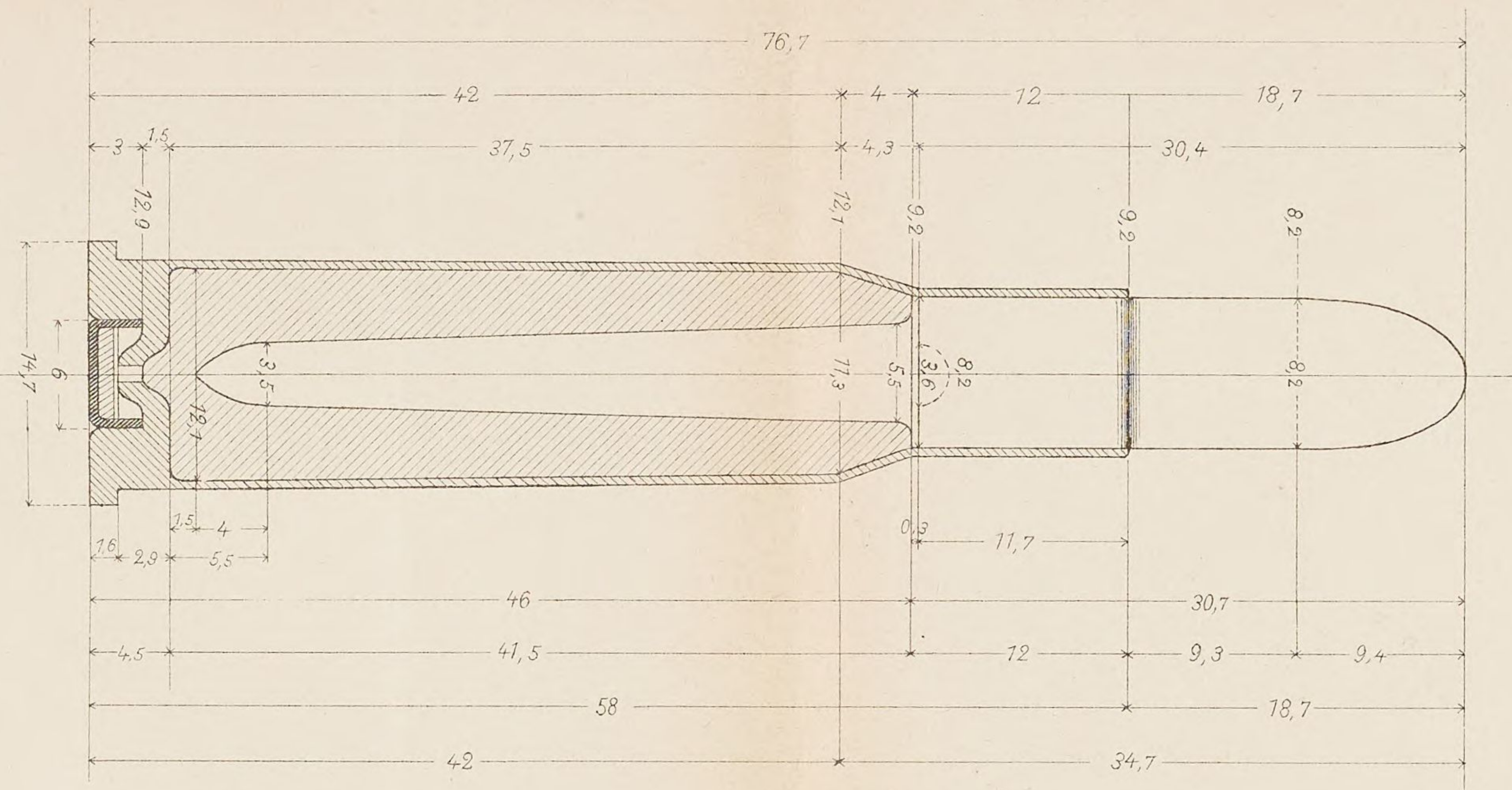
Comprimir-Apparat III.



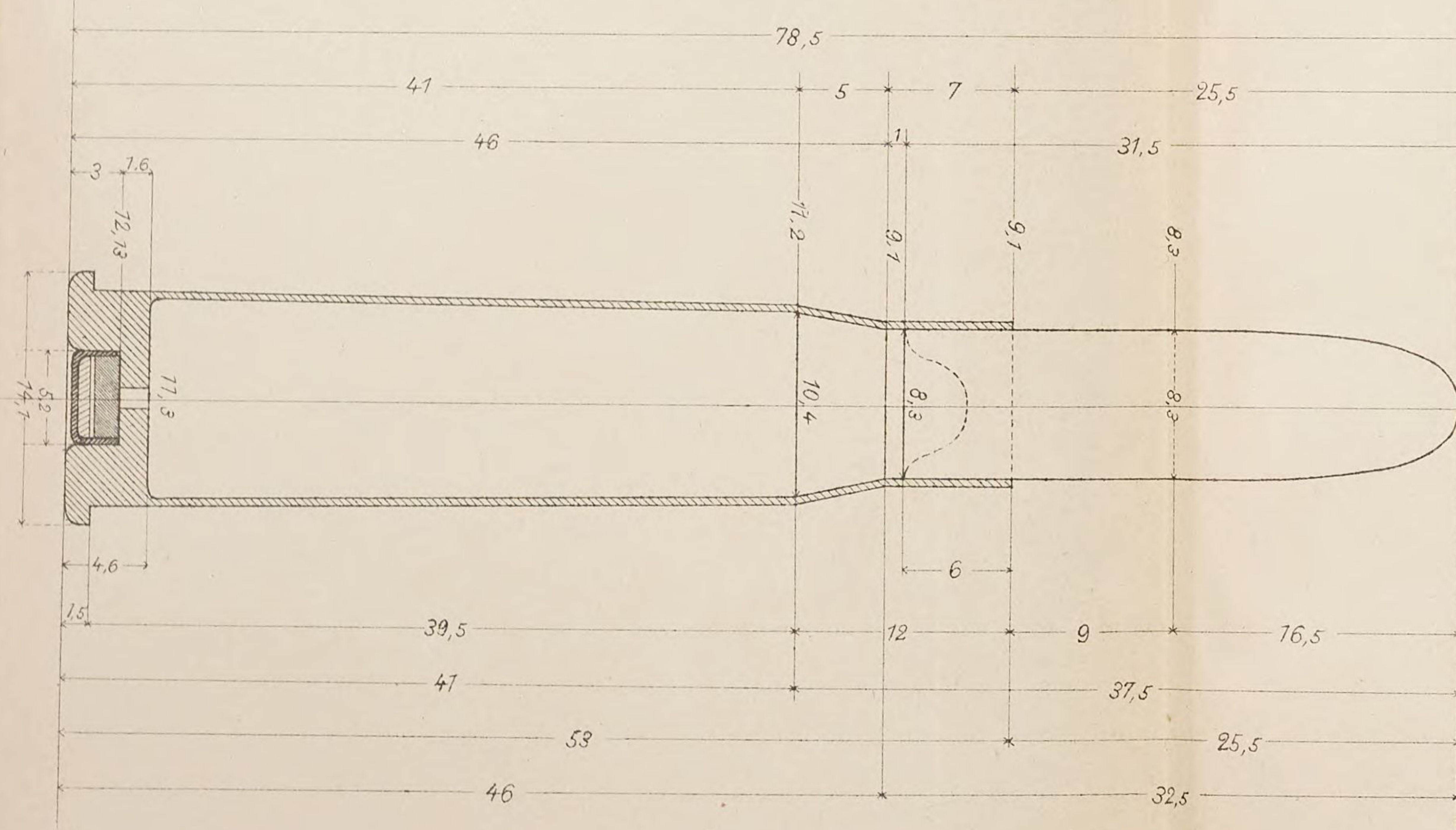
Portugiesische Kropatschek=Patrone (M.86) (2:1)



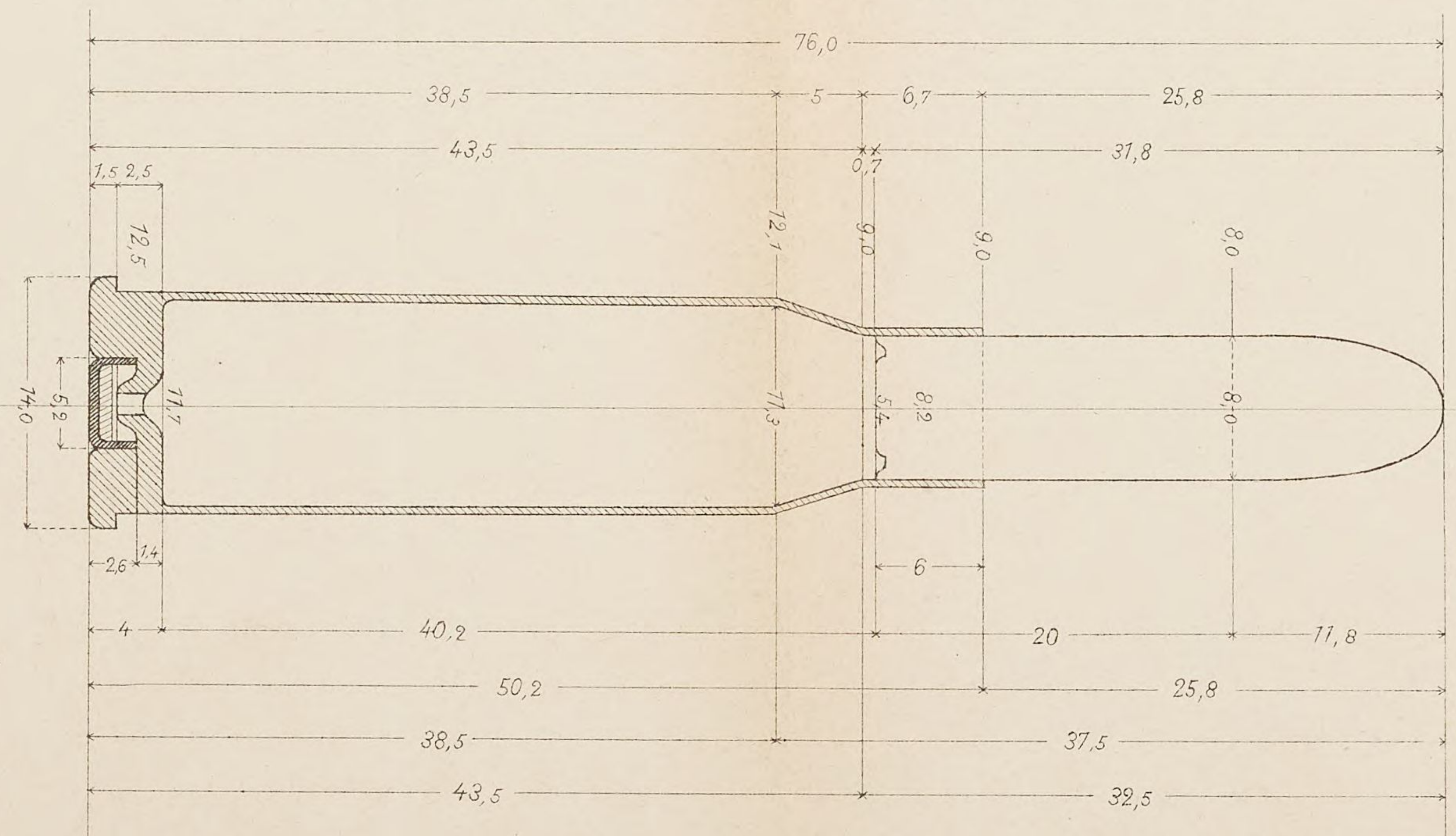
Dänische Patrone (M.87) (2 : 1)

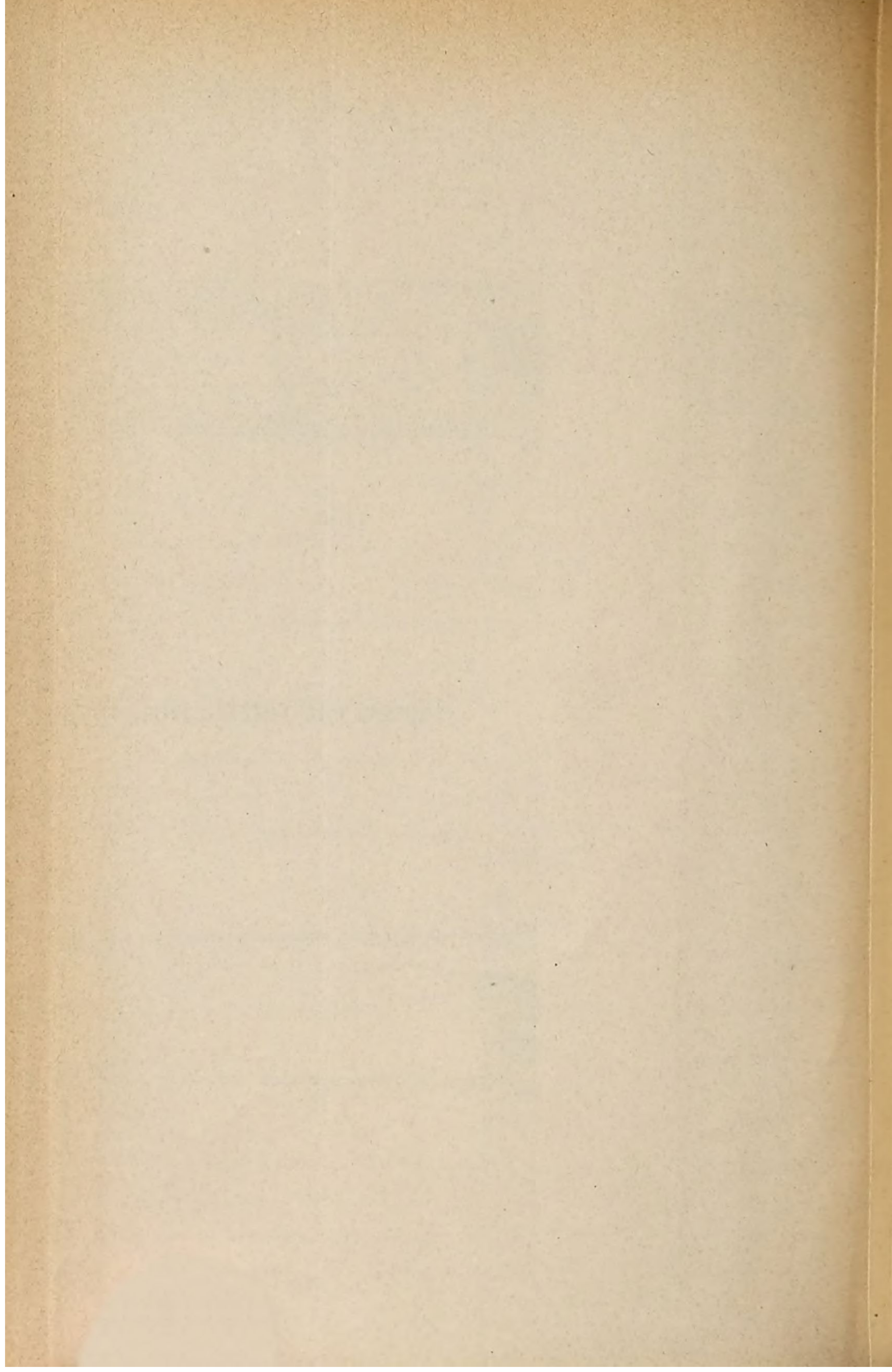


Nagant=Patrone (M.86)(2:1)

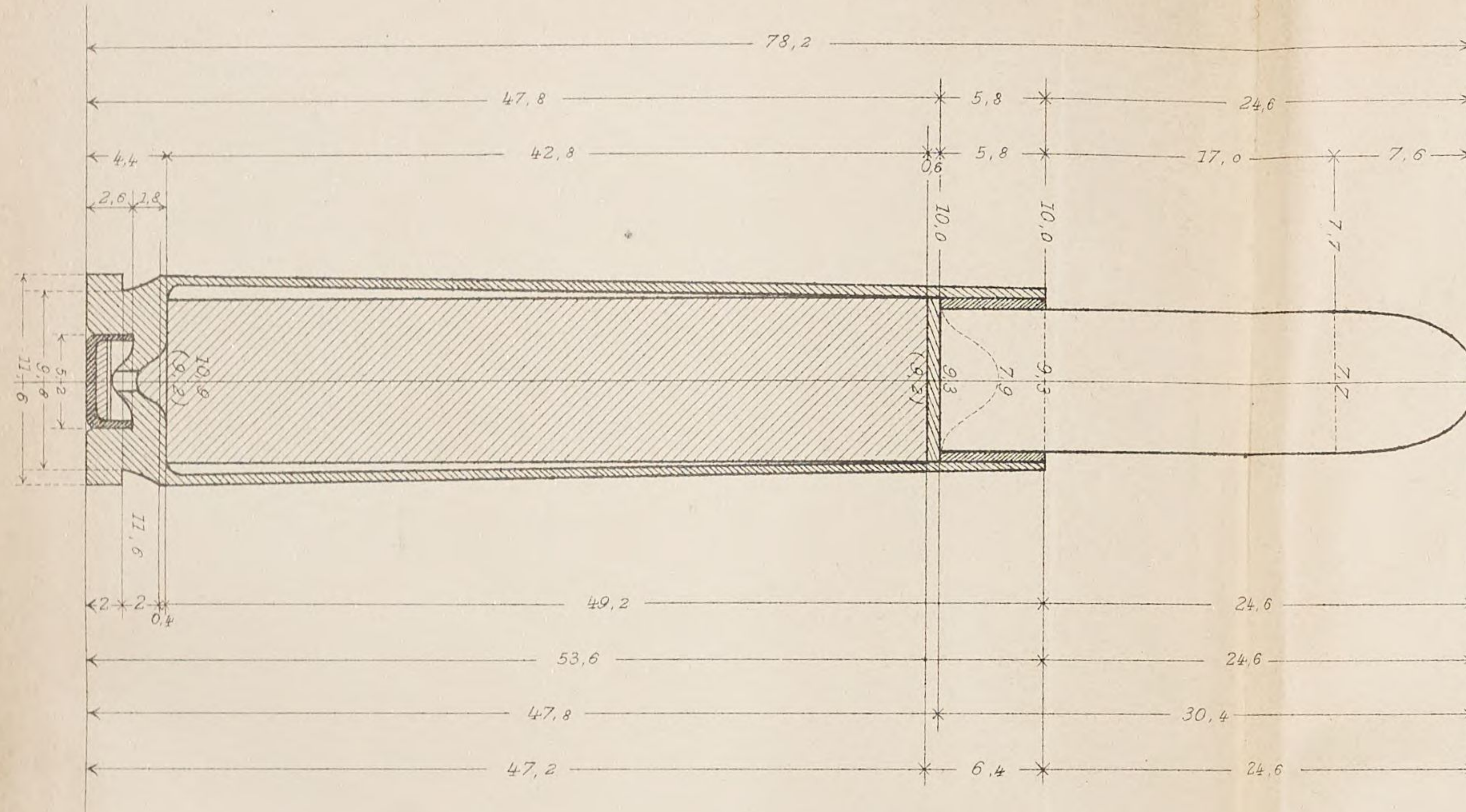


Oesterreichische Mannlicher-Patrone (M. 88) (2:1)

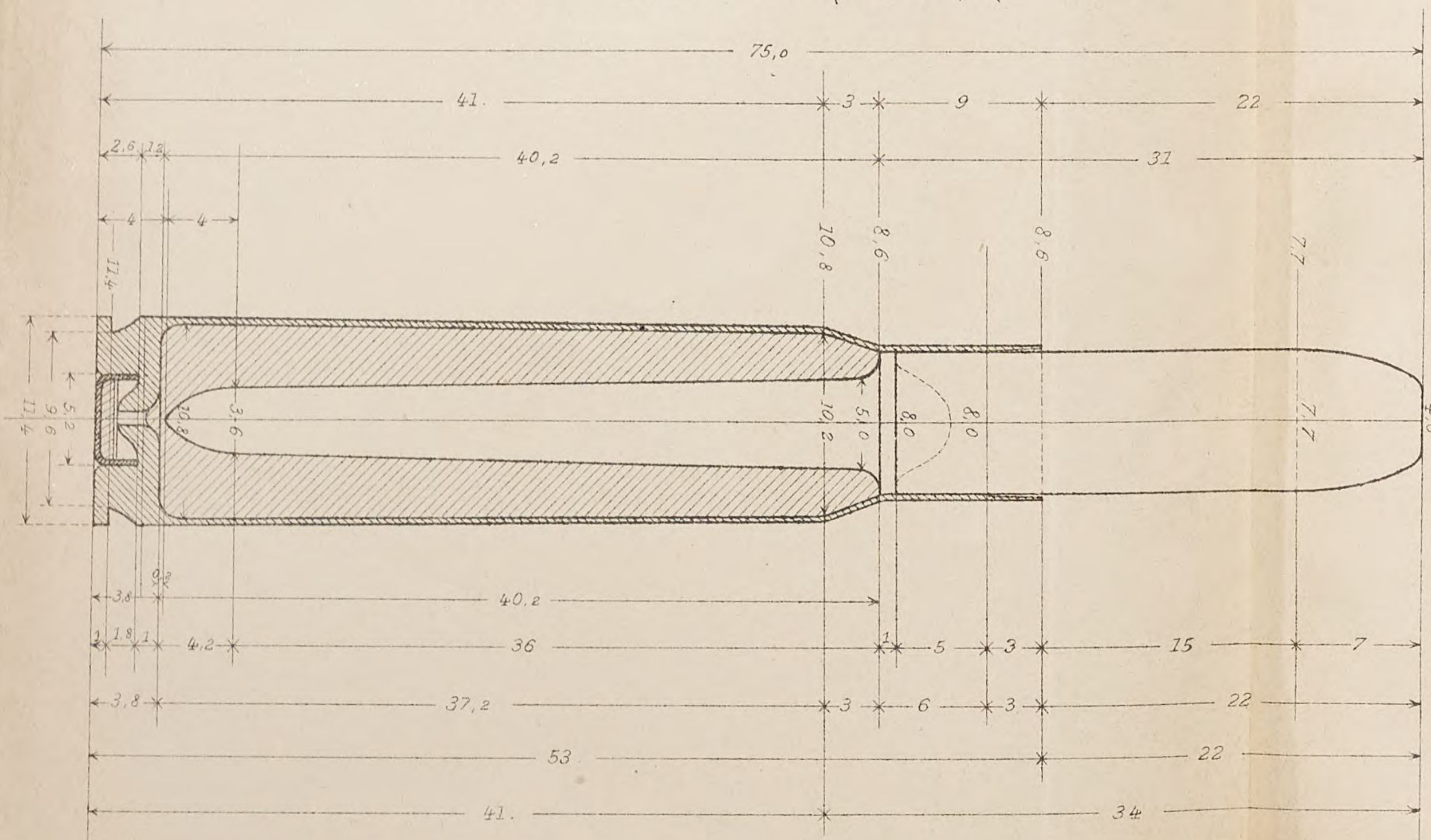




Rubin = Patrone (M.86) (2:1)



Hebler = Patrone (M.87) (2:1)



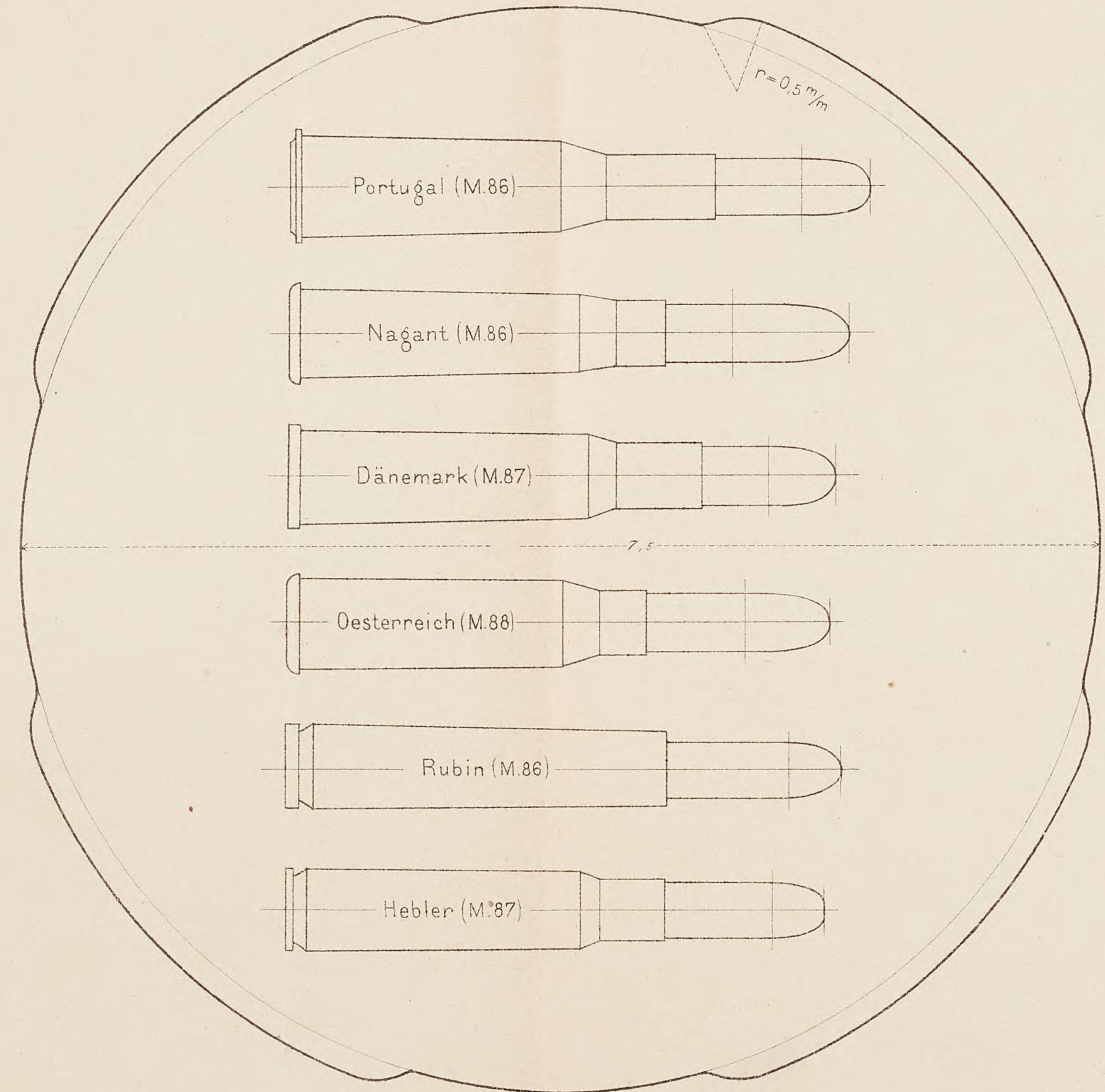
Hebler'sches Zugprofil (20:1)

Normales Kaliber des Laufes = $7,50 \text{ m/m}$
 Norm. Durchm. in den Zügen = $7,80 \text{ m/m}$

Normale Zügtiefe = $0,15 \text{ m/m}$

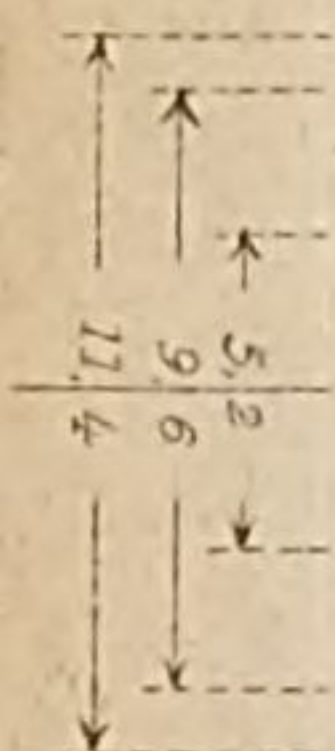
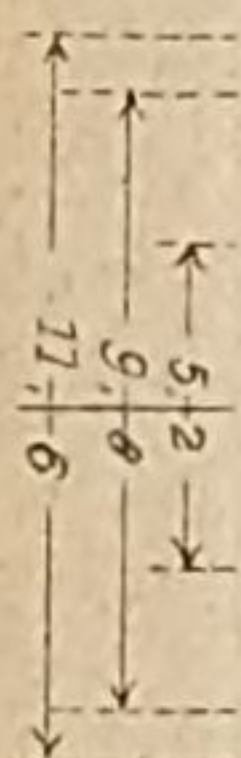
Anzahl der Züge = 4.

Drall Länge = 24 cm

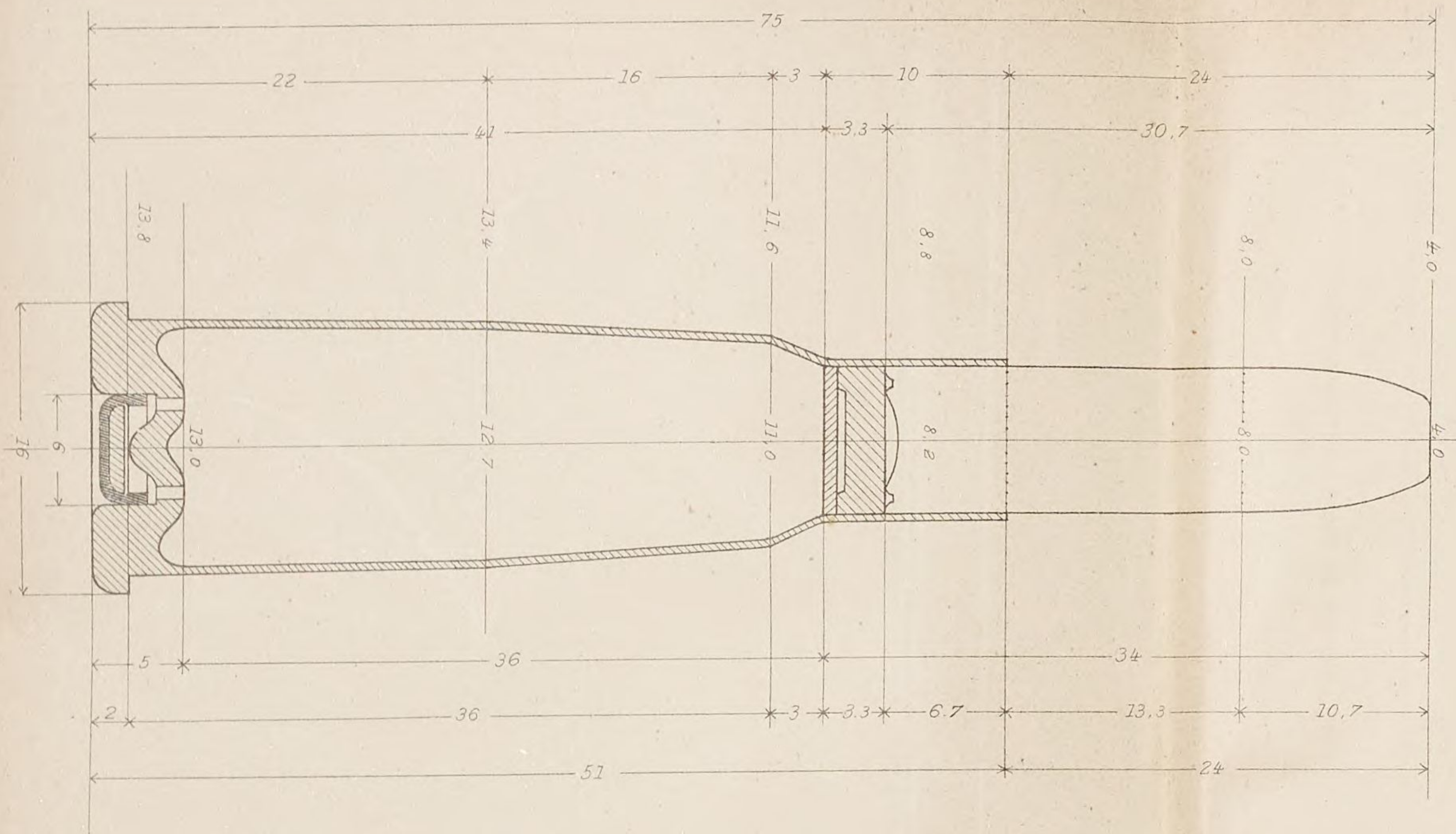


Breite der Züge = $3,9 \text{ m/m}$
 Breite der Felder = $2,0 \text{ m/m}$

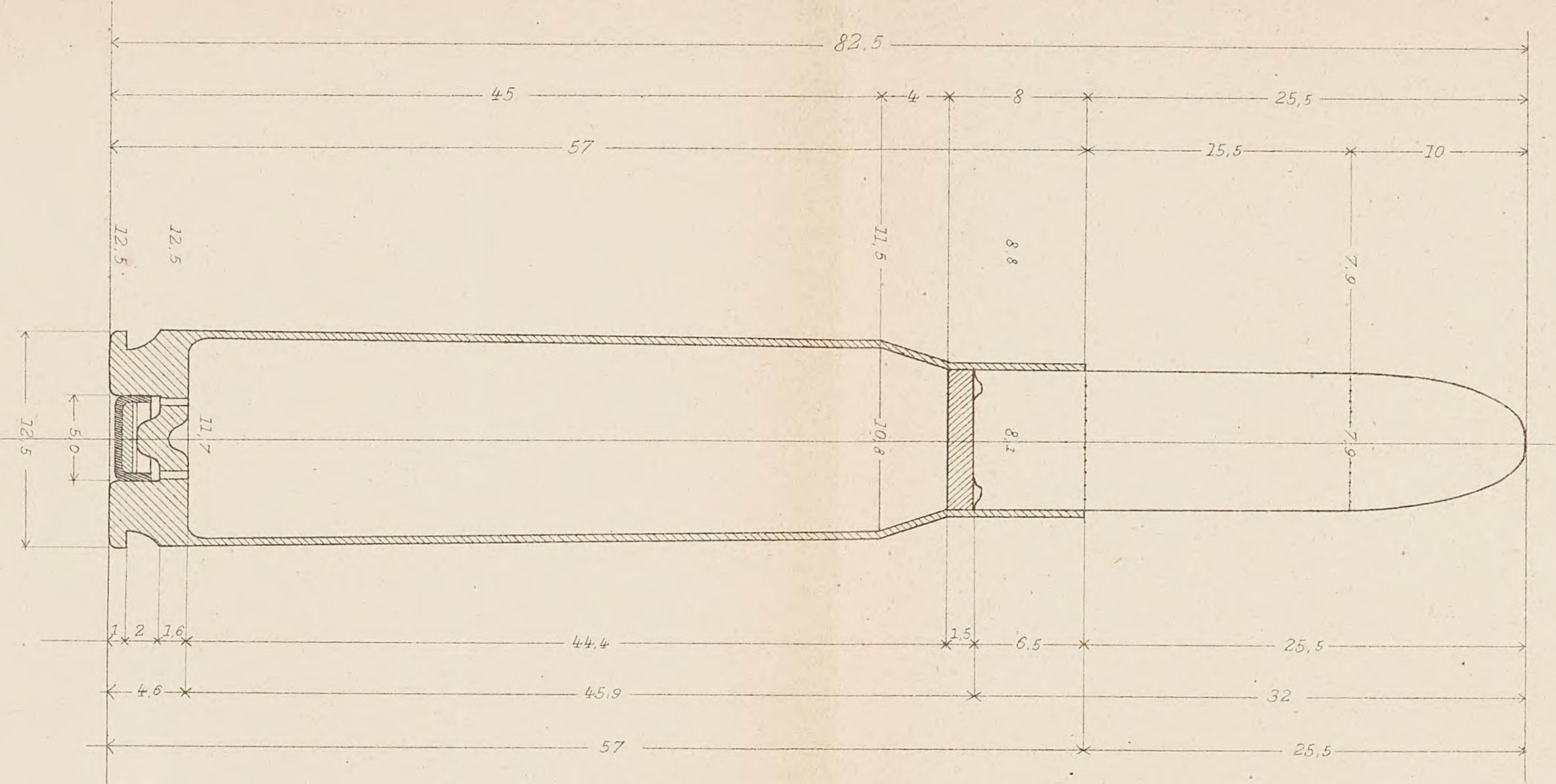
Beides auf der Peripherie des Kaliberkreises gemessen. (Durchm. = $7,50 \text{ m/m}$).
 Krümmungsradius, zur Ausrundung der Züge = $0,5 \text{ m/m}$. (Mindestens $0,3 \text{ m/m}$; höchstens $0,7 \text{ m/m}$).



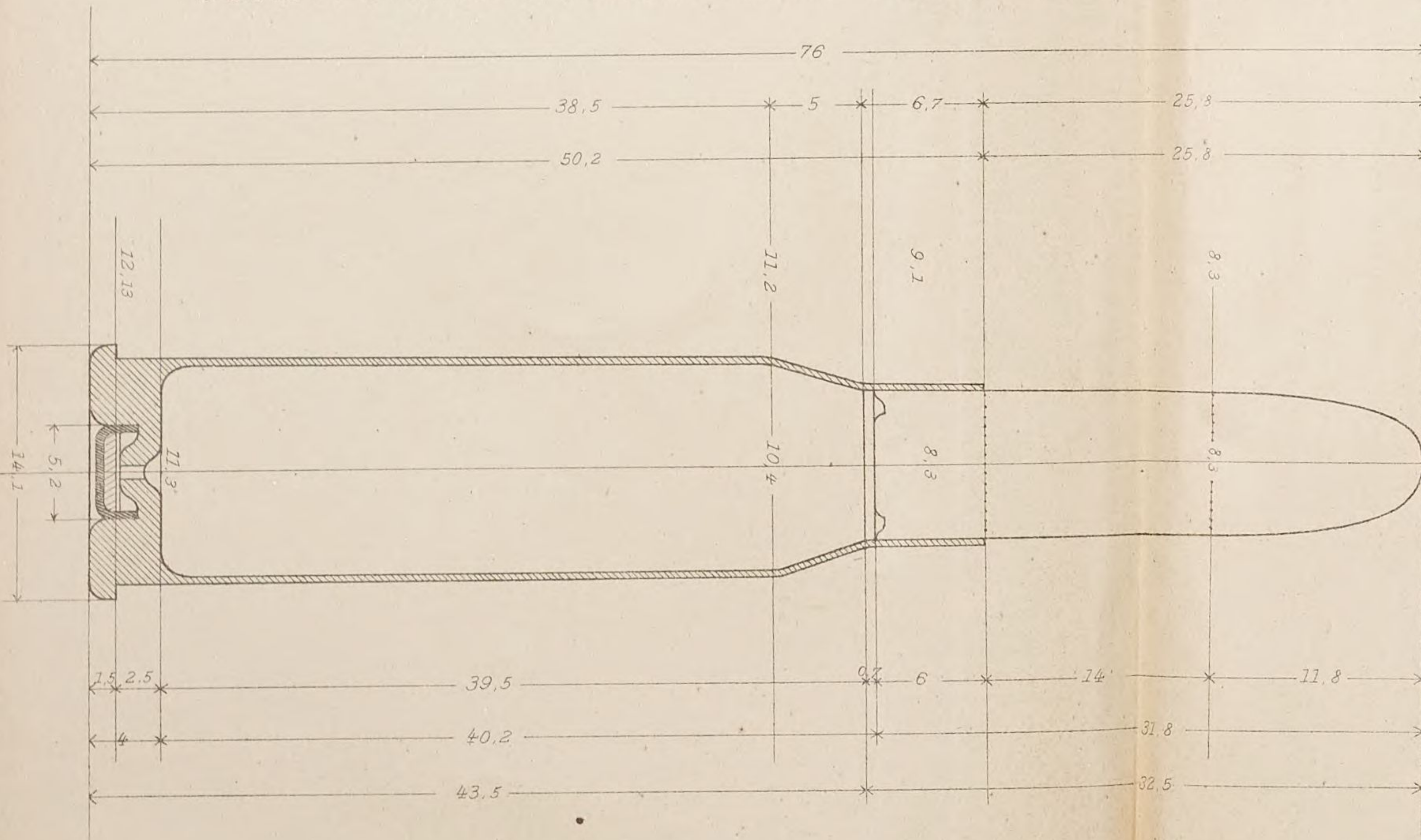
Französische Lebel - Patrone (M. 86) (2:1)



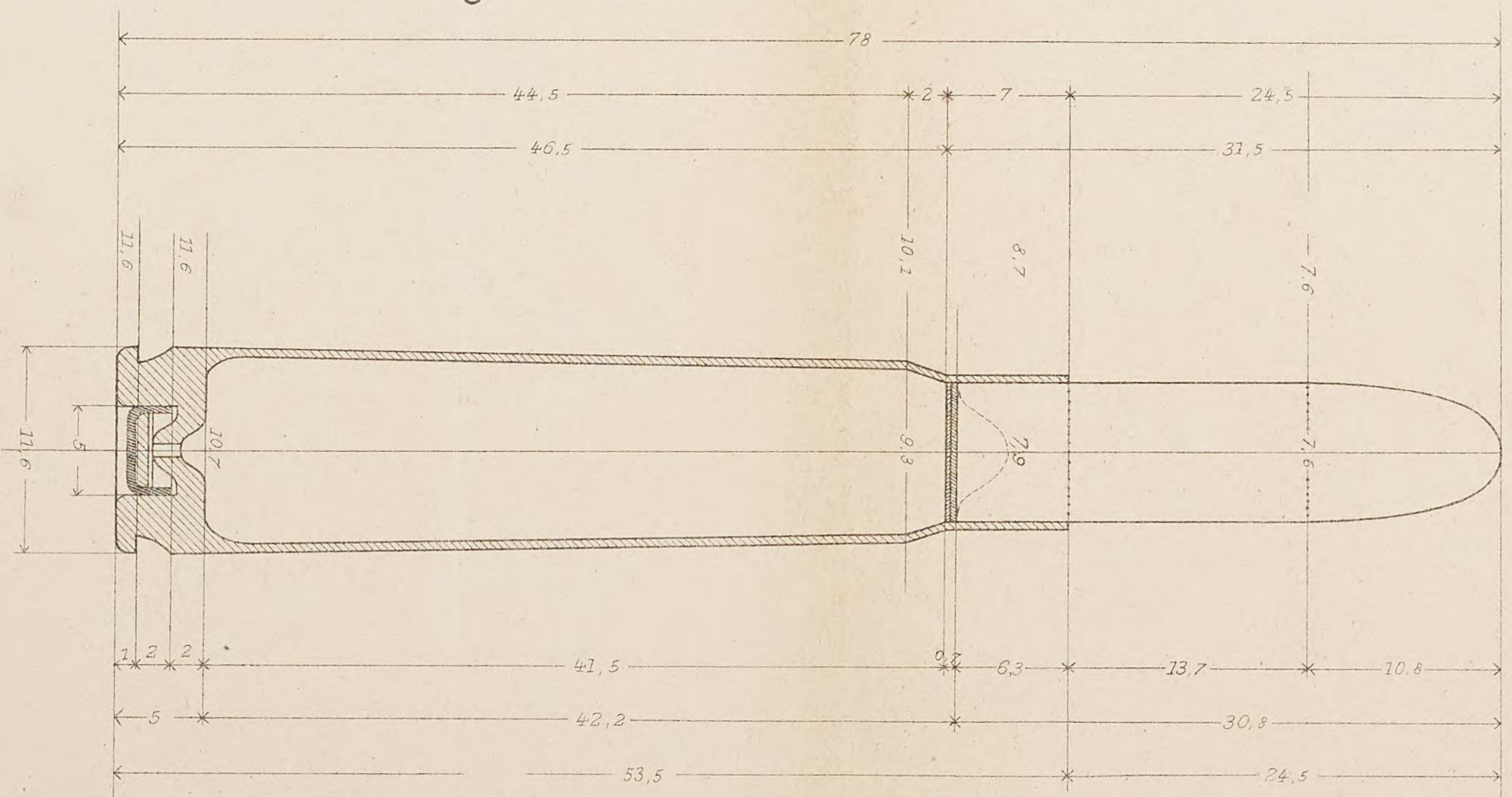
Deutsche Patrone (M. 88) (2:1)



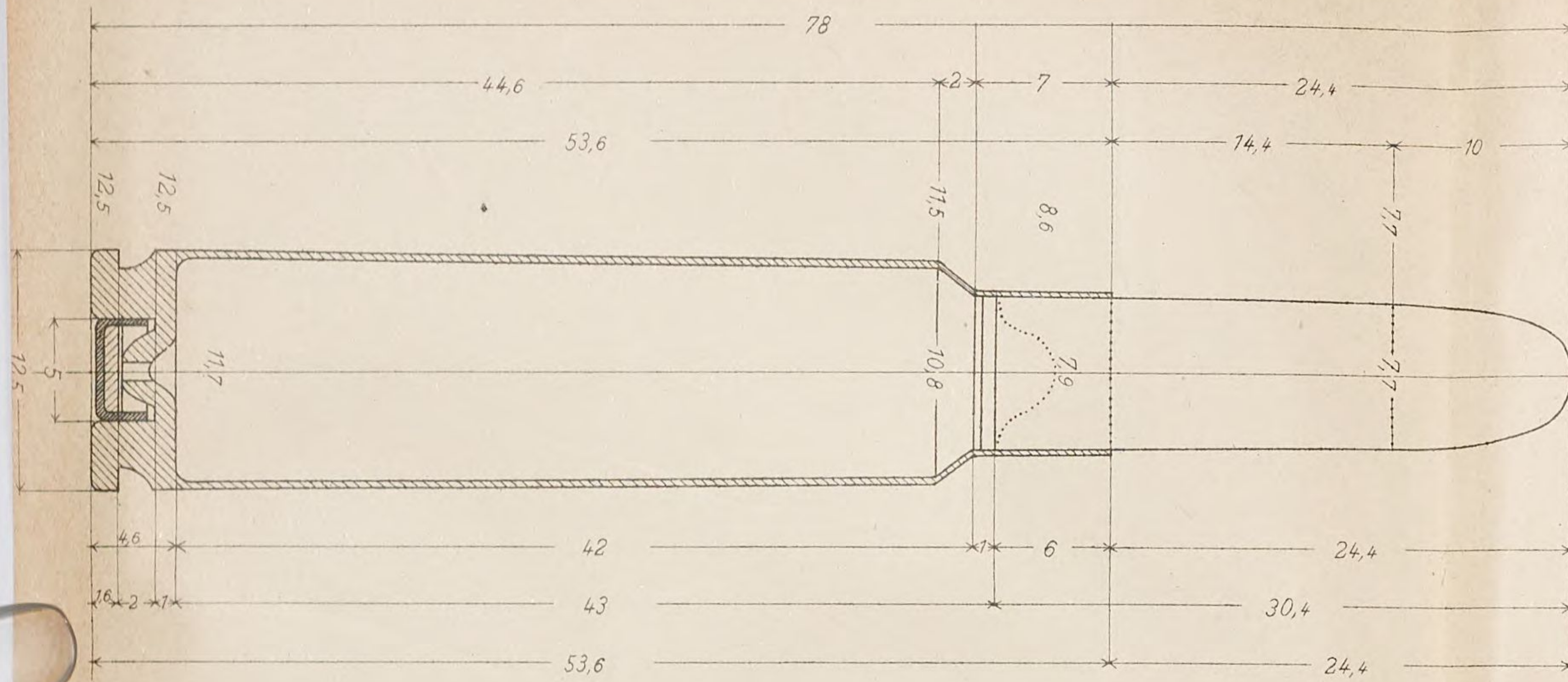
Oesterreichische Mannlicher-Patrone (M. 88.90) (2:1)



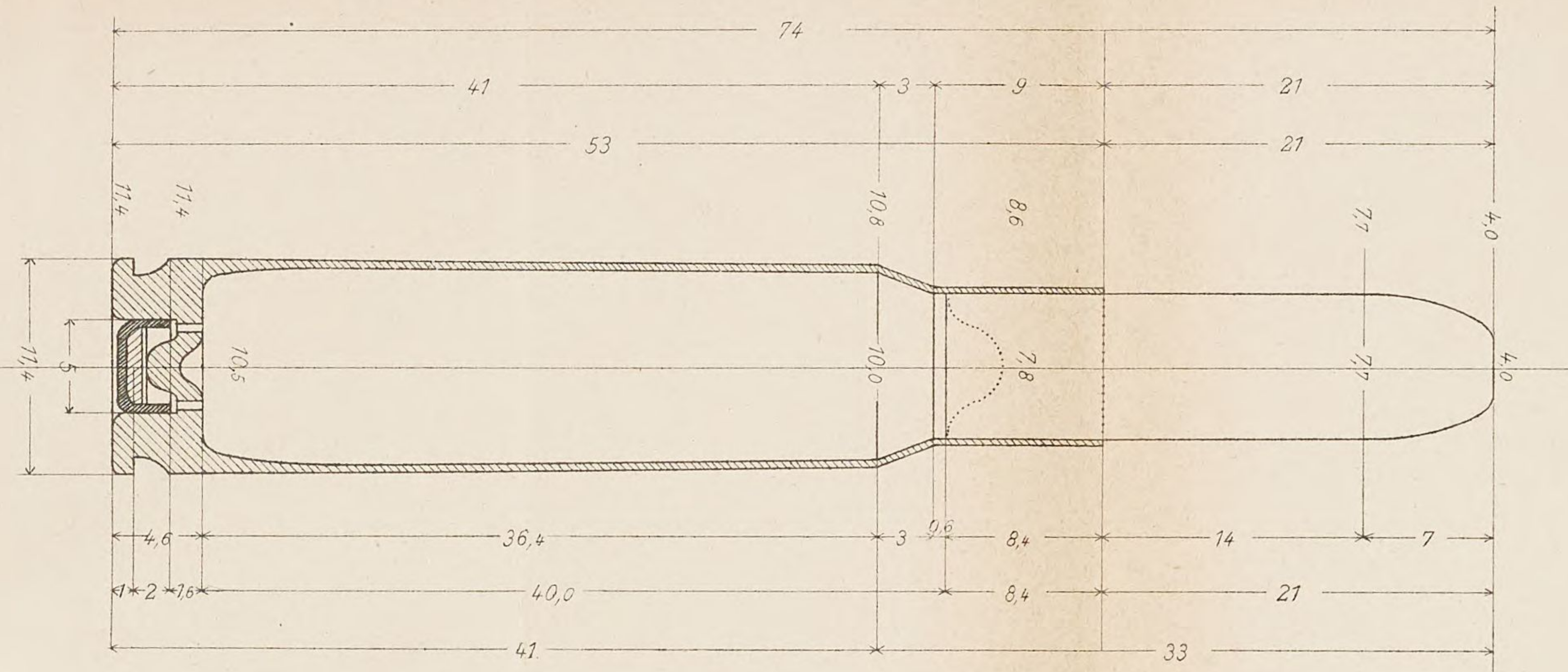
Belgische Mauser-Patrone (M. 89) (2:1)



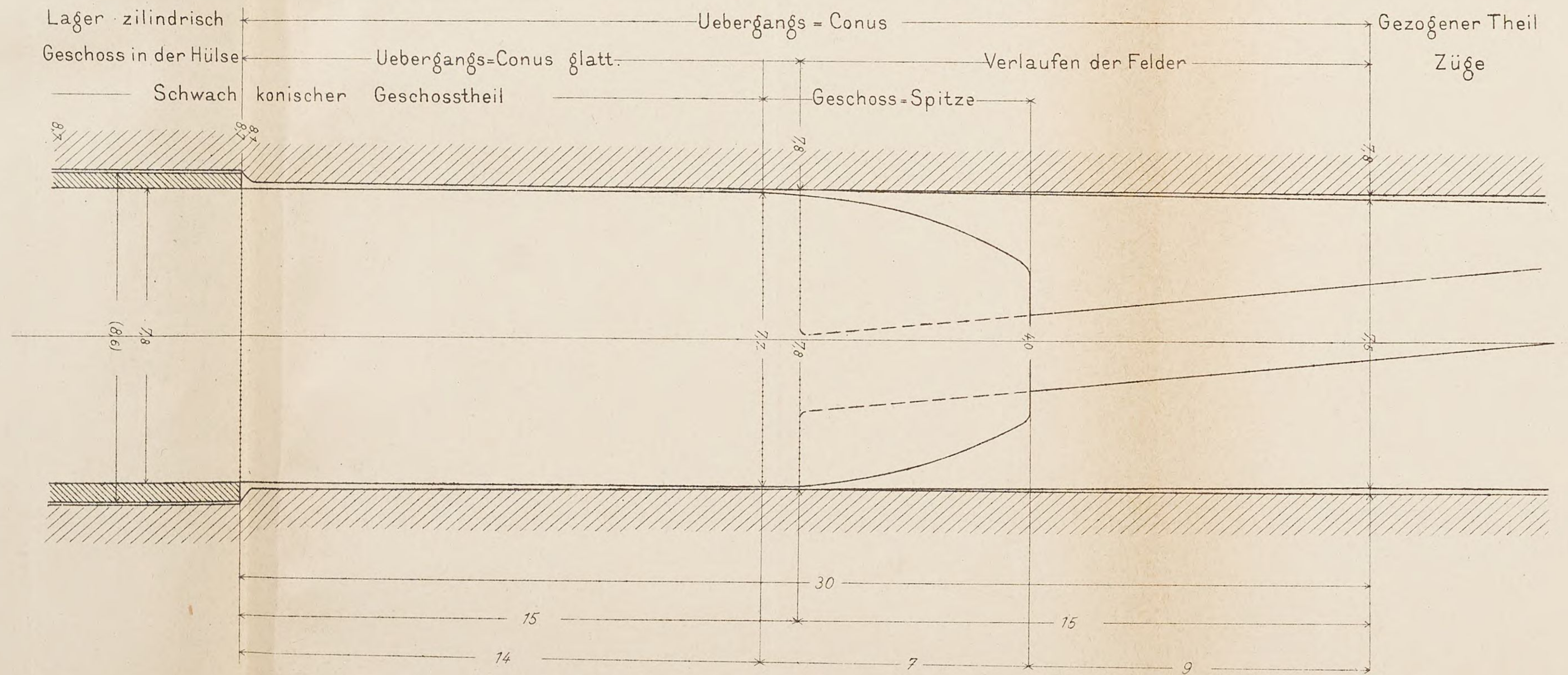
Schweizerische Patrone (M 89) (2:1)

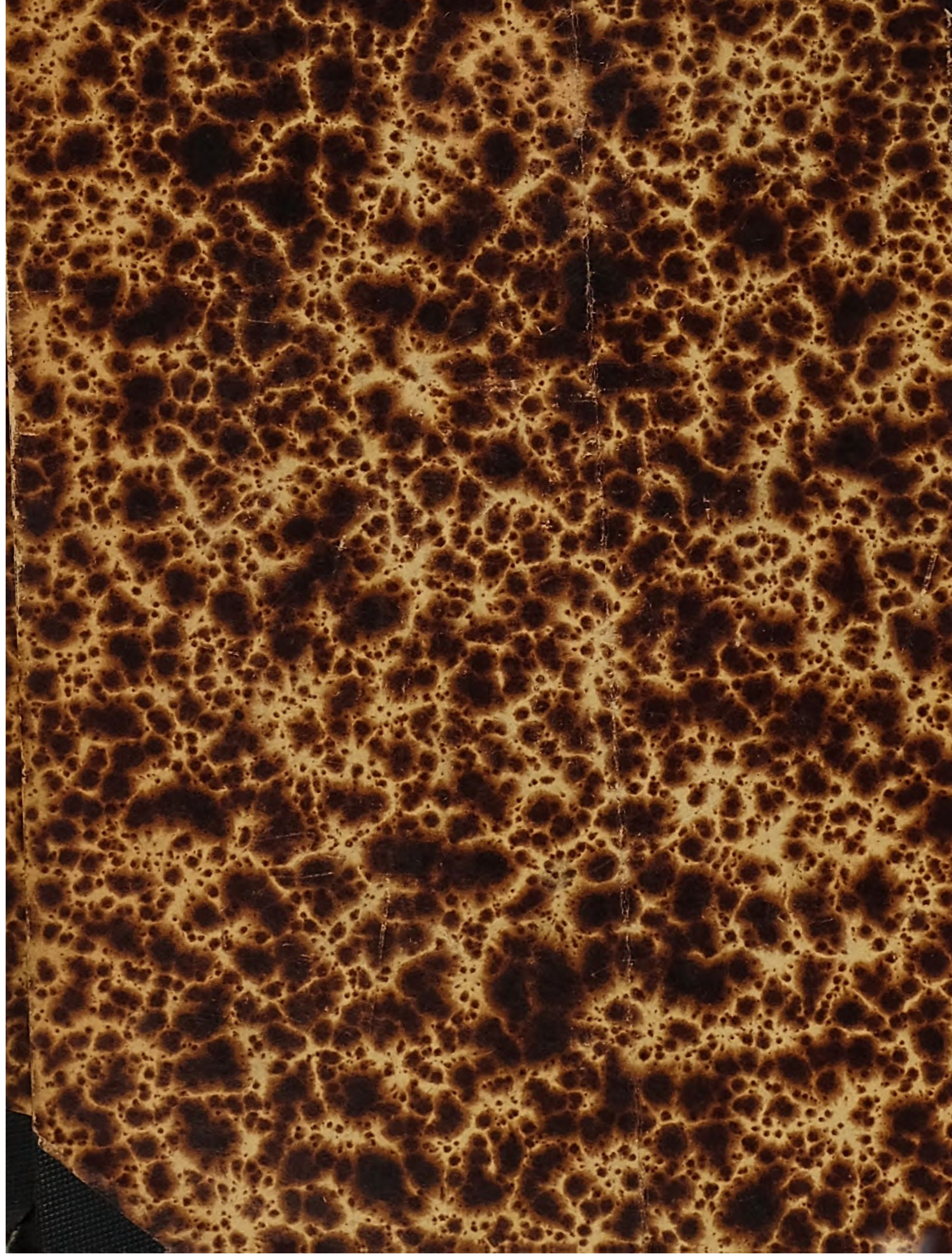


Hebler Patrone (M.90) (2:1)



Uebergangs=Conus des Heblergewehres, für ungefettete Munition (6:1)





Hebler, Friedrich Wilhelm

Das Kleinste Kaliber oder Das zukünftige Infanteriegewehr

Bd.: 3

Zürich & Leipzig 1891

App.mil. 60 o-2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11551276-6